AGOSTO 2021

Ingeniería

N.91

ASOCIACIÓN DE
INGENIEROS DEL
URUGUAY



Asociación de Ingenieros del Uruguay
Acompañando a la Ingeniería
desde 1905

Comisión Directiva

REDACTOR RESPONSABLE
Ing. Miguel Fierro

DISEÑO GRÁFICO
Lucía Venturini

IMPRESIÓN Y ENCUADERNACIÓN
Gráfica Mosca
Depósito legal 358055

Contenido



El valioso presente de la ingeniería en Uruguay



Autor:
Ing. Martín Dulcini

Estimados Colegas, en el mes de junio iniciaron las actividades en la AIU con una nueva directiva, nos parece oportuno comentar brevemente cual es el pensamiento que nos motiva a tomar esta responsabilidad.

Somos orgullosos integrantes de este colectivo de Ingenieros y representamos una de las organizaciones más longevas de la Ingeniería de nuestro país.

Como entidad gremial, son nuestras metas la promoción, el desarrollo y defensa de los Ingenieros y la Ingeniería, por ende la sociedad y el medio ambiente.

Resulta importante agregar que somos una Asociación con libre participación, donde se actúa en forma voluntaria y honoraria.

Haciendo una breve reseña, la actividad de la AIU comienza en el año 1905, en un Uruguay creciente y pujante, sumido en grandes conflictos políticos, con pandemias que azotaban la salud de la población e inmersos en la Revolución Industrial, y su creciente expansión a nivel global, impactando en la sociedad uruguaya que recibía grandes avances tecnológicos como fueron la instalación de Usinas Eléctricas, Plantas de Agua Potable, el desarrollo ferroviario, tranvías e inclusive el desarrollo de los puertos y demás obras y proyectos.

Desde ese contexto a la actualidad, vemos bastantes similitudes. La globalización, la cuarta revolución industrial, la sociedades del conocimiento y la nueva era de las comunicaciones, encuentran al Uruguay, con un desarrollo avanzado en conectividad, con una Matriz Energética en mejora continua, obras en Puertos, vías férreas, y demás obras de avanzada en infraestructura, destacándose el desarrollo de la Industria de las TIC´s, y el Plan Ceibal, siendo todas partes de nuevas obras y proyectos.

De aquel lejano pasado al valioso presente de la Ingeniería en Uruguay, la AIU sigue siendo protagonista en su rol, en referencia a sus atribuciones y competencias, ocupándose en integrar a los distintos actores de la sociedad, creando sinergia y empatía para un mejor logro de los intereses comunes.

Por lo tanto, estamos abocados a trabajar en fortalecer la integración de colegas Ingenieras y Jóvenes profesionales, preparando una batería de actividades, entre las que se encuentran, los talleres de Inducción al desarrollo de la profesión asociados a una bolsa y feria de trabajo, así como tareas de voluntariado, becas y pasantías entre otras.

Es nuestro compromiso tender redes para que las inquietudes y las iniciativas que los socios tengan, nos sean aportadas para el bien de toda nuestra institución.

Desde ya agradecido con vuestra atención, quedo a su disposición y saludo atentamente a todos los socios.

Ing. Enrique José Muttoni Aguerre (Quique)



Los que lo conocieron como alumnos, colegas o amigos, sin duda recordarán su carcajada contagiosa, su voz de locutor del SODRE y su positivismo a prueba de bombas.

Fue un colega enamorado de su carrera y destacado en su especialidad, la instrumentación industrial, en la que sin errar afirmo que era el número uno en Uruguay. Me es imposible hacer una crónica completa de su larga actuación profesional y docente.

Instaló el proyector del Planetario Municipal en 1954, fue jefe del taller de instrumentos de ANCAP, trabajó muchos años con la firma Honeywell en proyectos de Uruguay y otros países de América, siendo un referente destacado. Fue docente en la Facultad de Ingeniería, dio cursos invitado por empresas en muchos países.

En los 17 años que compartimos, me contagió su amor por la música llamada “clásica” y por el rey de los instrumentos: el piano. Su oído musical sin embargo no le permitía entonar con esa fuerte voz de barítono ni el arrorró, con lo que fue en su juventud el terror de los directores de coro en los cuales pretendía cantar. Después de tomarle una prueba, la respuesta era invariablemente: “Por favor, no venga más” (cosa que contaba entre carcajadas y sin ningún complejo).

Con Quique nos embarcamos en una cruzada allá por los tempranos 90, en contra de la instalación de una central nuclear de generación de energía eléctrica a orillas del lago de Rincón del Bonete (Reactor de fisión CANDU).

Él se había enterado en un congreso de instrumentación en Buenos Aires, casi por casualidad, de la existencia de un convenio con Canadá para la instalación de una central nuclear de generación. Volvió a Montevideo convencido de que el proyecto tenía que ser frenado, cosa que finalmente se logró junto con la ciudad de Paso de los Toros y otros actores a favor del medio ambiente en una época de internet en pañales, escasos celulares, sin redes sociales y con escasos grupos ambientalistas.

Para mí fue una experiencia inolvidable y un ejemplo de lo que la democracia es en nuestro país. Recorrimos los despachos de muchísimos legisladores en el Palacio Legislativo sin otra presentación que nuestros nombres y la preocupación por embarcar a Uruguay en un camino sin retorno, con una tecnología que había mostrado problemas insolubles y riesgos importantes (Chernobyl no estaba lejos en el tiempo).

Hubo presión de la población de Paso de los Toros. Todo el mundo sin distinción de banderas políticas se expresó en contra, y se hizo una manifestación pacífica en el puente de ruta 5 sobre el Río Negro en la cual participaron cientos de habitantes y todas las autoridades locales (el Director de la Junta Local, que sería hoy el Alcalde, el Jefe de Policía, el Jefe de Bomberos, el Director del Hospital, docentes…).

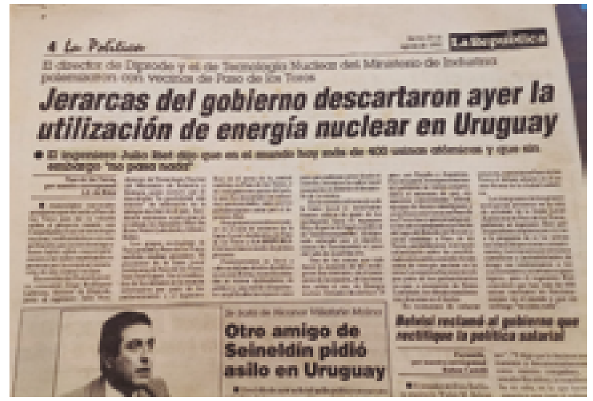
Después de ese evento miembros del gabinete de Gobierno visitaron Paso de los Toros, y se improvisó una suerte de taller en uno de los dos cines de la ciudad, abarrotado de gente. Quique y yo participamos en ese panel como espontáneos representantes de la ciudad, explicando que no teníamos temor a “lo nuevo” sino fuertes reparos a una tecnología conocida por sus debilidades y sus efectos irreversibles (la gestión de los residuos), y que creíamos que Uruguay debía transitar otros caminos posibles antes que ése. Finalmente el proyecto fue abandonado, y creo que el tiempo nos terminó dando la razón.

Algunos años después, la Ley N° 16.832 (junio de 1997) en el Artículo 27 prohibió el uso de energía de origen nuclear en Uruguay.

El tema volvió a estar sobre la mesa. En 2015 se conoció – tras varios años de trabajo de la Comisión - el resultado del informe de la Comisión Multipartidaria sobre la viabilidad de la energía nuclear en Uruguay. La conclusión fue que esta fuente de energía no resulta económicamente viable sino hasta 2045. Para entonces habrá otras tecnologías más amigables con el ambiente y con menos efectos secundarios.

A él le caben los versos “Vivir la vida de tal suerte que viva quede en la muerte”. Y agrego: sólo muere quien es olvidado. No siento necesidad de decir “descansa en paz”. Vivió en paz una vida larga y fructífera, me parece mejor.

Ing. Gabriela Monestier


La Política

La República

Jerarcas del gobierno descartaron ayer la utilización de energía nuclear en Uruguay

Otro amigo de Seineldín pidió asilo en Uruguay


PASO DE LOS TOROS: NO A UNA PLANTA ATOMICA

Carteles en Paradas de Omnibus Tendrán Líneas, Horarios Completos y Recorridos


PASO DE LOS TOROS: NO A UNA PLANTA ATOMICA

NUNCA SEA UNO MAS

Elección en el B.P.S.: Cipamo no se Postula y la U.N.A. sin Lista por Falta de Recursos

“Represa de Cuñapirú” Minas de Corrales, Rivera





Autora:
Edelweiss Oliver, Analista de Sistemas

La zona de Cuñapirú-Corrales fue el epicentro de la actividad minera en el Uruguay, albergando a personas de las más diversas nacionalidades, costumbres y religiones, atraídos a la zona por la fiebre del oro.

El descubrimiento de este mineral atrajo fuertemente la atención de aventureros y oportunistas, provocando una importante migración, la cual transformó el paisaje y la despoblada zona, cerca de la frontera con Brasil. No fueron solo aventureros quienes vieron la oportunidad de riqueza que la zona ofrecía y así llegaron fuertes capitales extranjeros, como Francia e Inglaterra.

El Ing. Clemente Barrial Posada de origen español, consagró sus conocimientos científicos y su fortuna personal a la explotación minera de oro. Fueron sus publicaciones las que ayudaron a dar a conocer esta zona aurífera, atrayendo fuertes capitales internacionales, como Francia e Inglaterra.

El beneficio del oro, realizado en gran escala, requiere de maquinaria capaz de moler grandes cantidades de cuarzo y por consiguiente, requiere de una fuente de energía para el funcionamiento de esa maquinaria. Debido a esto, en el año 1879 la Compañía Francesa de Minas de Oro del Uruguay, asentada en Santa Ernestina, comienza una construcción que para nada podía alguien haber imaginado en el norte del país: la Usina y Represa de Cuñapirú.

La misma es construida en el margen izquierdo del arroyo Cuñapirú, a unos 5km de Santa Ernestina y comprende tres grandes grupos constructivos:

- La Casa de la Gerencia
- La Usina de procesamiento
- La Represa

Este grupo de construcciones es hoy Patrimonio Histórico Nacional y junto con la región aurífera es nombrada Patrimonio Industrial de América Latina.



El ingenio contaba inicialmente con una quebradora Blake, dos baterías de 12 bocartes cada una, amalgamadoras y varios tanques de asiento. La fuerza motriz necesaria para todo el proceso, era obtenida hidromecánicamente a través de la represa construida para tal fin.

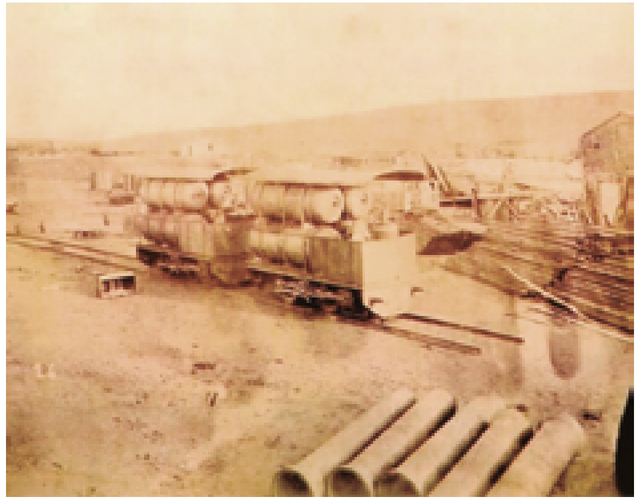
La represa tenía 314 metros de largo y almacenaba en su embalse a 3 millones de metros cúbicos; alimentaba primero a 3 y luego a 6 turbinas de 150 caballos de potencia cada una (un total de 550 KWH aproximadamente). Una de estas turbinas estaba destinada exclusivamente a dar energía a todo el emprendimiento mientras que el resto concentraban la fuerza en un único eje que luego la distribuía a las diferentes etapas del proceso. Trabajando a pleno llegaban a moler unas 150 toneladas de cuarzo al día, obteniendo un beneficio promedio de 24 gramos de oro por tonelada de cuarzo.

Para resolver el transporte del cuarzo hacia la usina, la Compañía Francesa de Minas de Oro del Uruguay, al igual que con la construcción de la usina y represa, también estuvo a la cabeza en la innovación, construyendo un trayecto de vía férrea que unía la mina Santa Ernestina con la Usina de Cuñapirú. Un trayecto de 4 km de trocha angosta (la cual difería en 1 cm de las medidas estándar) e incorporó 2 locomotoras de aire comprimido de sistema Mekarski, las únicas en el Uruguay.

Las grandes compañías con capitales mayoritariamente extranjeros quebraban y resurgían y cada ciclo traía nuevos arreglos comerciales entre ellas y movía

el foco hacia diferentes minas, pero la Represa de Cuñapirú era siempre el punto de mayor importancia. De esta manera, a finales del S XIX la usina y represa pasan a manos inglesas, quienes para llevar el cuarzo extraído de minas más lejanas, une los 12 km que separan la mina San Gregorio de la Represa de Cuñapirú, con un aerocarril comprendido por 104 torres de hierro que transportaban 240 volquetas cargadas de cuarzo aurífero. Este aerocarril es hoy Patrimonio Histórico Nacional y forma parte del Patrimonio Industrial de América Latina.

La finalización definitiva de la época de oro de la extracción industrial, finaliza antes de la segunda década del SXX, cuando la última compañía cierra y se retira del país.





Hoy en día esta historia se puede vivir en Minas de Corrales, recorriendo los restos de estas monumentales obras de ingeniería. Testigos y partícipes de la historia económica y social de nuestro país.

El pueblo cuenta con buena infraestructura turística y tours guiados que permiten recorrer esta historia a través de la "Ruta del Oro", así como también el pasado muy reciente de la minería de oro en el Uruguay, visitando las canteras de extracción.

El mal estado en que se encuentra al día de hoy, hace imperiosa la necesidad de conservación para que nuestro país no pierda un patrimonio tan importante y para que la zona no pierda una importante fuente de desarrollo económico local.

La Usina y Represa de Cuñapirú se plantea hoy como epicentro del Proyecto Geoparque Minero Botucatú y como Patrimonio Industrial se espera que la misma llame la atención de inversiones en la zona, tanto en materia turística como educativas.

Reseña histórica de la UTE

LA USINA DE "ARROYO SECO", 1889



Foto Usina de Arroyo Seco, fines del siglo XIX

Autor:
Ing. Pablo Thomasset

"Compañía Nacional de Luz Eléctrica"

La *"Compañía Uruguaya de Alumbrado a Gas y Luz Eléctrica"*, en Julio de 1889 pasa a ser la "Compañía Nacional de Luz Eléctrica", con patrimonio; la Usina de la Calle Yerbal 12 y 14, la usina en construcción en el paraje denominado Arroyo Seco manzana R, así como los derechos y elementos del Alumbrado a Gas. Un capital nominal declarado de $2.000.000 en oro sellado, 7% de rentabilidad anual garantizada por la Compañía Nacional de Crédito y Obras Públicas, garantía por 15 años. Esta última el 18 de septiembre, compra las 13.000 acciones de $100 cada una, contra la entrega de las maquinarias.

Desviando el arroyo

Un informe de mayo de 1888 dice: "El edificio, que será suntuoso, se levantará sobre el mismo cauce de la corriente de agua; Arroyo Seco, entre la calle Agraciada y el terraplén del Ferrocarril Central, ocupando una extensa área. Ha sido necesario desviar el arroyo dándole un cauce nuevo. Los trabajos de construcción se han emprendido con actividad por una numerosa cuadrilla de obreros. Esto, no obstante, se calcula que se necesitará más de un año para la terminación del edificio".

Primer directorio

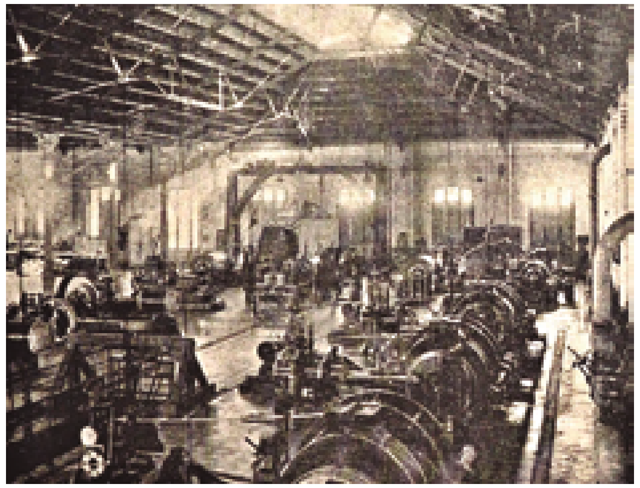
Presidente; Don Marcelino Díaz y García, Vice; Don José María Furest, Vocales; Don Manuel Castilla, Don Juan Dillon, Don José María Guerra, Don Antonio Paullier, secretario; Doctor Abel J. Pérez. Ya en noviembre renuncia Furest y asume Don Asahel P. Bell.

22 y 35 operadores

El gerente designado es Don Arturo Beausire con $150 de sueldo, subido más tarde a $250. En la parte técnica colaboraban los ingenieros Berndt, Topolanski, Zippdel y Hoffmann, ingenieros electricistas. En la Usina Yerbal trabajaban 22 operarios, y en Arroyo Seco 35 operarios. La oficina administrativa se ubicaba en la Calle Cerrito 158.

Inauguración: Usina Arroyo Seco, 1889

En 1889 el Dr. Carlos María de Pena, presidente de la Junta Económico-Administrativa, pronuncia un discurso con motivo de la inauguración de los nuevos circuitos eléctricos, se podría decir que poniendo en un pedestal a Don Marcelino Díaz y García;


Usina de Arroyo Seco, año 1898.

"Montevideo podría alimentar medio millón de bujías, merced a la iniciativa de Don Marcelino Díaz y García, trabajador incansable, hombre de aliento y de empresa, que desde el primer día tuvo fe en el invento y como aficionado tenaz le ensayó en medio de mil contrariedades, le prestó el auxilio de su capital y del ajeno, y por último, después de tantos sacrificios, ensayos y tentativas durante cinco años, buscando siempre las máquinas más perfeccionadas y los últimos adelantos, levantó esta usina, que es todo un monumento para perpetuar su nombre, de hoy en adelante incorporado para siempre en las conquistas de nuestro progreso científico y en la historia de las mejoras que más contribuirán al embellecimiento, seguridad y ensanche de la ciudad de Montevideo."

Continua el Dr. Pena;
"Ensayaremos esta noche, en señal de júbilo, el alumbrado eléctrico en la Nueva Ciudad desde la calle Ejido al Oeste por Isla de Flores al Sur, desde la Plaza de Flores al Norte por Nueva Palmira, siguiendo por Arenal Grande y calle Sierra; al Sur por Tacuarembó y Piedad uniendo estas dos zonas por 18 de Julio hasta Tres Cruces sobre el boulevard de circunvalación: doscientas treinta manzanas alumbradas, que gozarán de un servicio completo de iluminación desde el primero de setiembre".

2 de setiembre 1889

Y el 2 de setiembre, a las 8 de la noche, el propio Dr. Pena inauguró oficialmente la Usina Arroyo Seco, dando luz definitivamente a 250 manzanas de la nueva y novísima ciudad (Aguada y Cordón), donde no había existido hasta entonces ningún sistema de alumbrado.

Al final de su discurso decía el Dr. Pena: *"Brindemos, pues, a la salud de Don Marcelino Díaz y García, iniciador de esta gran mejora y fundador de la primera usina eléctrica de Montevideo, y la más grande en la América del Sur."*

Piedra y mampostería

El edificio de la Usina era de piedra y mampostería, con techo de hierro galvanizado, y medía 77 metros de largo por 51 de ancho, estando dividido en cuatro salas: de máquinas, de calderas, almacenes y oficinas, y taller de construcciones eléctricas. Anexos al edificio: caballeriza, depósitos de carbón y de agua, restando un terreno sin edificar de 2.212 metros cuadrados.

Cinco calderas Belleville

Cinco eran las calderas, sistema Belleville; de 225 metros cuadrados de superficie de intercambio. Había dos bombas de alimentación; dos chimeneas de hierro batido de 34 metros de altura y 1,80m de diámetro interior. En 1893 se suman otras dos calderas Babcok & Willcox de 275 m2. Y en el año 1897 se suman otras dos calderas Steinmuller de 212 m2 de intercambio. El sistema funciona normalmente con 5 de las 9 calderas, a una presión entre 8 y 10 bar, desarrollando hasta 750 caballos de vapor en total.

El carbón

No está por demás explicar que el combustible empleado en las calderas de las Usinas era carbón mineral, o carbón de piedra importado. A modo de ejemplo; en el año 1896, se consumían 400 toneladas de carbón por mes, las cuales se pagaban $6,05 por tonelada (1.015 kg) de carbón en planta. Contrato de suministro y acarreo con la Compañía Wilson Sons y Cía.

8 motores GANZ

En la Sala de Máquinas, había instalados 4 motores de vapor horizontales GANZ de 150 caballos cada uno, estando pronta la cimentación para instalar otros dos motores de 600 caballos cada uno, ya contratados.

Alternadores ZIPERNOWSKY

Los 8 dinamos (alternadores o generadores eléctricos de corriente alterna) marca ZIPERNOWSKY de 80 kW, acoplados en el mismo eje de cada motor a una velocidad de giro de 250 R.P.M.

Dinamos diseño original de los ingenieros húngaros Zipernoski, Deri y Plati, quienes también suministraron los transformadores de distribución de 1.800 a 100/110 voltios. Otros 2 motores compound, girando a 125 R.P.M. Acoplan a alternadores de 320 kW. Otro grupo motor-generador eléctrico de 400 KW de triple expansión.

Instalación eléctrica interior

El tablero eléctrico está a 2,5 m sobre el piso de la Sala de Máquinas. Contaba con 67 interruptores, para las maniobras de los generadores, las excitatrices en corriente continua, bombas de alimentación de agua. Eran 7 las salidas de 2,3KV (los "feeders" en idioma inglés). La ciudad de Montevideo era alimentada en 6 radiales de distribución eléctrica en Media Tensión, y la séptima salida anillaba con la previa Usina Yerbal.

La distribución en la ciudad

Los cables pasaban desde el tablero hacia el exterior, por una torre sobre el propio edificio, con protección contra rayos. La tensión de salida de 1.800 voltios llegaba a transformadores reductores en las azoteas de las casas, o en postes especiales, bajando a una tensión de 100 y 110 voltios. El 160 transformador marca Zipernowsky y A.E.G. (Elektrische Allgemeine Gesellschaft) de Alemania.

700 manzanas

A fines de 1889 se daba luz a 700 manzanas, con un total de 2.230 lámparas, a través de 80 transformadores, y 148 suscriptores. A finales de 1890 eran 2,753 lámparas. En 1895 eran 3.547 lámparas y 270 suscriptores. En 1897, ya a 10 años de la primera Usina, eran 3.720 lámparas incandescentes y 16 arcos voltaicos. La lámpara de Arco era de 1600 bujías y procedían de la fábrica Cruto de Turín.

Así llegamos al año 1902, con la Central Calcagno, con una potencia de 80.000 kW atendía 210.000 hogares particulares y 19.300 lámparas de Alumbrado Público en Montevideo.

Primeros apagones, 1889

Era usual el contacto eléctrico directo, cortocircuito de los hilos telefónicos y el cableado del alumbrado. El 15 de diciembre de 1889 se produce una importante interrupción, lo que hoy decimos un apagón. Esto motivó que la Municipalidad exigiese a la empresa cumplimiento de obligaciones, como ensayar la red diariamente durante 15 minutos.

El alumbrado particular

El alumbrado eléctrico a domicilio o particular se desarrolló posteriormente al alumbrado público. En 1889 eran 148 subscriptores, en el año 1890 eran 188, en 1895 eran 279, y en 1902 eran 210.000 hogares.

Hoy día contamos con energía eléctrica las 24 horas del día, pero en esos años se daba energía a los particulares un promedio de 6 horas por día.

El gerente Beausire decía en 1890;

"Para que esta Compañía pueda prosperar es necesario aumentar la potencia de nuestras maquinarias; mientras que no sea atendida esta necesidad no se pueden esperar utilidades. En mi opinión esta Compañía tiene una gran ventaja sobre las otras ciudades; ésta es: la gran demanda que existe por la luz eléctrica, que es el principal elemento para garantir su progreso".

Los primeros suscriptores

En su libro Marcos Medina Vidal, página 71, enumera una extensa lista de consumidores de energía eléctrica para 1889 (hoy les denominamos; clientes). Lista que no reproduciremos aquí por razones de espacio. Algunos destacados clientes de la flamante energía eléctrica; Oficina Telegráfica del Río de la Plata, Sótano de la Cerveza, Sociedad Eúskara, Sociedad Minas de Oro de Curtume, Tranvía del Paso del Molino, Teatró Solís, Tranvía de la Unión, y no podía faltar el mismo ingeniero Luis Topolansky, uno de los protagonistas de esta historia.

La bancarrota, 1890

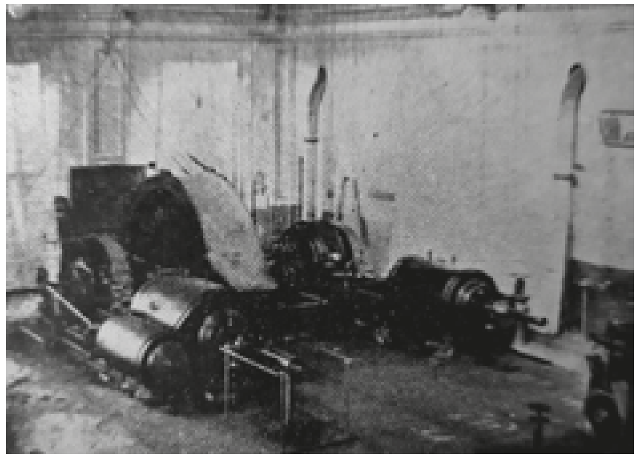
Los ingresos por el servicio de alumbrado no alcanzaba para cubrir los gastos y las deudas para con la Compañía Ganz. Empresa Suiza representada en Uruguay por los ingenieros Luis Topolansky y Luis Podestá, la cual vendió los dos motores de 600 caballos a la Usina Arroyo Seco. Topolansky y Podesta solicitan la intervención judicial para ejecutar la hipoteca de la Usina Yerbal, y recuperar lo adeudado, caso contrario recuperar y reembarcar las máquinas eléctricas a Budapest.

El remate se anunció para el 6 de junio de 1891.

En 1890 las acciones de la Compañía Nacional cayeron de 51% a 3%. En 1891 las acciones pasan al Banco Nacional y al Banco Inglés del Río de la Plata, acreedores de las deudas de la empresa. En 1892 cierran las acciones a $0,80.

Don Marcelino es removido

En la asamblea de accionistas del 15 de abril de 1891, se nombra nuevo Directorio, y Don Marcelino Díaz y García es quitado definitivamente del escenario. Pierde sus propiedades personales en la quiebra de la Compañía. De todos modos, Díaz y García continúa en su accionar emprendedor, y proyecta que, con contadores de energía, se hubiese podido facturar la energía por el consumo en kWh, y no un abono por unidades de lámparas en servicio. Don Marcelino vivió modestamente hasta su fallecimiento en 1908.



Uno de los dos grupos instalados en 1893.

Periodo 1891-1893

El 24 de abril de 1891 toma posesión el nuevo Directorio, donde Díaz y García es reemplazado por Federico R. Vidiella, y la presidencia la ocupa José María Guerra. Comienza así un período de ajustes en la empresa, frente a las épocas más liberales de Don Marcelino Díaz y García, quien "dejaba hacer" a su personal superior, incurrir en gastos, nombrar y destituir personal.

Primeros contadores de energía

El gerente Beaurise realiza un viaje a Europa y los Estados Unidos, desde donde compra los primeros medidores de energía.

El Banco Nacional, ahora acreedor de la Compañía, ayudó a pagar las máquinas Ganz al representante ingeniero Luis Topolansky, y estas entraron en servicio en enero y junio de 1893, con una potencia de 320 KW cada una. También se terminó la construcción de la tercera chimenea en ladrillo prensado para la Usina de Arroyo Seco.

Las deudas

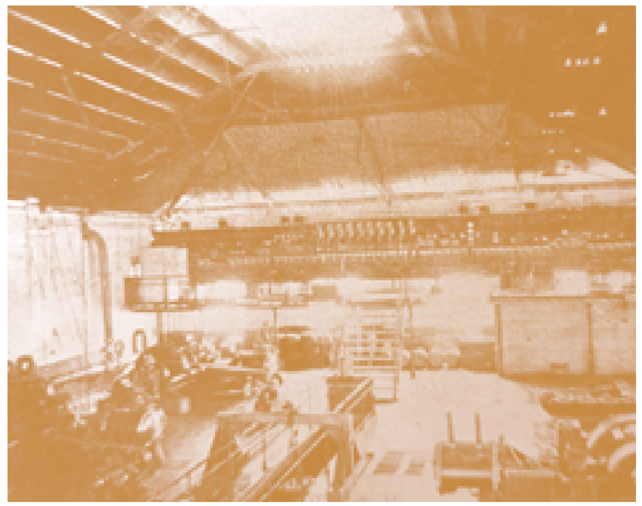
Las deudas en este periodo eran; los $100.000 de la hipoteca de la Usina de Arroyo Seco con la Compañía Nacional de Crédito y Obras Públicas, que, por no haberse pago, con intereses y multas, ascendía a $150.000. La otra deuda era la rentabilidad garantizada de 7% nunca abonada por la compañía "Luz Eléctrica", por un total de $80.000.

Alumbrado a gas subsidiado

La falta de potencia en máquinas no permitió reemplazar 340 postes de alumbrado a gas en el Paso Molino, por lo cual la Junta Administrativa le cobraba a la Compañía eléctrica el importe de la diferencia de tarifa eléctrica inferior al costoso alumbrado a gas, que la Junta debía abonar.

20.000 acciones de "Luz Eléctrica"

En 1892 el Capital accionario de la Compañía de "Luz Eléctrica" en Montevideo, era de $2.000.000 (dos millones de pesos), compuesto por 20.000 acciones; 405 acciones en manos de particulares, 3.000 acciones por el Banco Inglés (cual quiebra al año siguiente), 11.260 Banco Nacional, 335 no emitidas y en la Caja de la Compañía, y las últimas 5.000 acciones sin nominar, depositadas en el Banco Nacional, que con su liquidación en 1892 pasan a la Comisión Liquidadora.



Interior de la usina a principios de 1896, mirando hacia el tablero. A la izquierda, dos de los grupos de 80kW. Al frente, uno desarmado.

5.000 acciones menos

En el año 1893 es de grandes reformas; el Directorio se reduce de 7 a 5 miembros, y de actuación 2 años, a 5 directores por 4 años. El capital accionario se reduce de $2.000.000 a $1.500.000 al eliminarse (incinerarse expresamente) expresamente 5.000 acciones emitidas, pero no nominadas, depositadas en el Banco Nacional.

Directorio 1893-1897

El nuevo Directorio 1893-1897 se compuso de; Don Bernabé Quiñones (presidente), Camilo Vila (Vice), Don Carlos Casaravilla, Dr. Abel J. Pérez (Vocales), Don Enrique E. (secretario). Directorio de actuación hasta 1898, año en el cual interviene el Gobierno la compañía. Quiñones continuó la línea de ajuste de José María Guerra.

Personal técnico 1893-1897

El ingeniero húngaro José Zippfel, Don Carlos Paccard, Don Adolfo Girshaussen, José Cioffi. El anterior gerente Beausire continuó en el cargo hasta 1897. El contador de la empresa Labandera, en 1886 luego de una auditoría contable por los contadores Don Miguel Collins y Don Alberto Ross, es removido y reemplazado por Don Serafín S. Rodríguez, que ejerce hasta 1897.

El endeudamiento

En 1893 la deuda total de la Compañía Eléctrica era $507.776,02, la cual mejoró a $172.015,78 en el año 1897.

A pesar de la mejoría, la Compañía no dio dividendos (ganancias a los accionistas; los bancos), solamente se separó un 5% de ganancia para los directores, habiendo recibido estos por mes un promedio de $49,82 por mes. Datos aportados por el libro de Medina Vidal.

El presidente tenía un sueldo mensual de $100 (pesos de 1893-97). No tenemos datos de los salarios de los técnicos y operarios.

Ampliación Sala de Calderas

Se adquirieron cuatro calderas de 250 caballos, dos Babcock-Wilcox y dos Steinmuller; cañerías de 400 metros de extensión, diámetro 500 mm, para conducir el agua del Río de la Plata, una máquina vertical de triple expansión, de 400 kilowatts.

En noviembre de 1896, asistió el presidente de la

República Dr. Juan Iriarte Borda a la inauguración de una de estas máquinas.

Dice así Medina Vidal en su libro; “Se construyó una casa para oficinas en Arroyo Seco, porque “el antiguo rancho no ofrecía un buen aspecto, ni la comodidad necesaria para el ingeniero. Se trasladó el depósito, de la calle Yerbal, a un local de la calle Rondeau, que, a fines de 1897, estaba bien surtido de materiales por valor de $30.000. También en 1897 se trasladó de Arroyo Seco a Yerbal una máquina de 80KW, con su correspondiente motor.

Alcance del alumbrado eléctrico

En 1893 el alumbrado eléctrico quedaba comprendido entre estos límites; Calle Miguelete al Norte, Calle Isla de Flores al Sud, Calle Sierra al Este y Calle Patagones al Oeste, exceptuando las plazas que eran de alumbrado a gas, prolongandose este por la Calle Agraciada hasta Arroyo Seco o Calle Santa Fé. Zona que se fue ampliando en esta lista, que Medina Vidal detalla en su libro de 1897, página 83.

Horario del alumbrado

Para 1897 el alumbrado público se encendía diariamente, durante una media de 11 horas en la noche, y el alumbrado particular unas 6 horas.

La Junta Económico-Administrativa, 1896

El 10 de febrero de 1896 por LEY finaliza la liquidación del Banco Nacional, y las 14.260 acciones (antes del Banco Nacional y Banco Inglés) pasan a la Junta de Administración Municipal.

El Artículo 23 de la Ley, deja a la Junta como propietaria de la Compañía de Luz Eléctrica, y el Artículo 25 habilita a que la Junta arriende por 10 años el servicio eléctrico a la actual empresa particular. El arriendo tomaría como precio el pago al Banco Hipotecario, de las deudas anteriores al 30 de setiembre de 1895, a saber; hipoteca de la Usina Yerbal por $63.865,97, hipoteca de la Usina Arroyo seco por $71.411,41, lo adeudado a Ernesto Tornquist (empresario argentino-alemán) por las máquinas eran $29.332,54. El anuario “The Electrical Review”, página 838, indica un pasivo de $63.865 al Banco Hipotecario y $29.312 a Ernesto Tornquist.

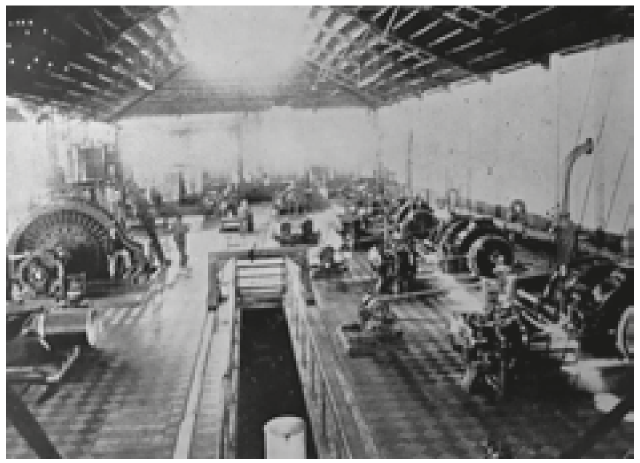
Bajar las Tarifas 5 y 10%

El Artículo 25 también conminaba a bajar las tarifas, 5% en el primer quinquenio, y 10% durante el segundo quinquenio. En esos años no se tenía en cuenta que existía lo que hoy llamamos inflación, o depreciación del valor de la moneda, el peso fuerte.

Contrato por 10 años

También se debían adquirir las acciones en manos de particulares, que desde hacía años no veían ganancias en su inversión, y pasar a manos de la Junta Administrativa. Aquí vemos los primeros pasos, que luego en 1912 desembocan en la creación de la UTE, nacionalizando el servicio eléctrico en Uruguay, que ya era de propiedad pública (la municipalidad el mayor accionista) y operada por privados, en lo que desde su nacimiento era un servicio público; el alumbrado público y de poco se le incorpora el alumbrado particular o domiciliario.

El numeral 4 del Artículo 25 establece que cumplidos los 10 años finaliza el contrato de arrendamiento, el Directorio debe presentar su Balance, y el servicio debe ser licitado nuevamente. Los activos y las deudas incluidos en el proceso licitatorio. Esta fórmula que parecía poco o nada viable (ningún privado va a licitar para perder dinero, verdad de Pedro Grullo que se dice), ya el Artículo 26 preveía que, ante el fracaso del arriendo en los términos anteriores, se intentaría una licitación de arriendo por una suma anual o total por los años previstos.



Interior en Arroyo Seco, en 1896, desde el tablero. Se ven 4 grupos de 80kW, los 2 de 320-350, y a la izquierda el montaje del de 350-400.

Licitación de arrendamiento

El 14 de octubre de 1896 un primer llamado, rechaza la Propuesta/Oferta de Sárraga y Roldós, quienes entregaría en garantía sus 400 acciones (por $40.000) de la anterior Compañía de Luz Eléctrica. El gobierno exigía una garantía de $100.000 en títulos de Deuda Consolidada. Firman el rechazo en la licitación, el presidente interino Juan Lindolfo Cuestas, y su ministro de Hacienda Juan Campisteguy.

Municipalización del Alumbrado

Dice Medina Vidal; “Como decía el Decreto, era evidente que había ocurrido un cambio. La “Luz Eléctrica” había mejorado mucho su situación financiera. Pero también había cambiado el Gobierno, porque el 25 de agosto de 1897 el presidente de la República don Juan Idiarte Borda caía muerto por el balazo de Avelino Arredondo, ocupando entonces su lugar el presidente del Senado, don Juan Lindoldo Cuestas.”

“En la mente de Cuestas y de su ministro de Hacienda Campisteguy se estaba incubando un destino diferente para la “Luz Eléctrica”; la total Municipalización. Quizás esa idea fuera inspirada por el propio presidente de la Empresa, don Bernabé Quiñones, que por ese tiempo era vicepresidente en ejercicio de la Presidencia de la Junta E. Administrativa. “

La luz eléctrica pasa al Estado, 1897

Sin nacionalización por ley, ni expropiación, sino porque se negocia por el Gobierno la compra de las 400 acciones a los particulares, lo que se refrenda en el Decreto del 9 de diciembre de 1897 dice: *“Resultando de la operación de que instruye la nota que antecede, que la Empresa de Luz Eléctrica ha pasado definitivamente a ser propiedad del Estado, con la adquisición de las acciones que estaban en poder de particulares, no obstante la falta de cinco de éstas, que por su ínfima importancia no pueden dificultar el propósito que se ha tenido en vista al dictarse la Ley de 10 de febrero de 1896, SE RESUELVE:*

“Apruébese la negociación de que se da cuenta en la nota anterior, comunicándose a la Junta E. Administrativa de la Capital, a la que, de conformidad con el artículo 26 de la Ley precitada, se le concede el usufructo de la Luz Eléctrica.”

Curioso fue que, de 405 acciones en manos de particulares, se compran 400 acciones por $40.000 por crédito del Banco de la República, el Banco de España vende una acción por $100 al Gobierno y Municipalidad, y quedan 4 acciones en manos de particulares.

Decreto de 22 de diciembre de 1897

Crea un Consejo de Administración, compuesto de un presidente y dos Vocales, nombrados por el Poder Ejecutivo, con primer cometido reglamentar sus atribuciones, deberes, fiscalización y control.

Compras solo por licitación

El Artículo 4 establece; que toda compra mayor a $100 se realizará por licitación pública, salvo excepciones justificadas, publicará balances mensuales de ingresos y egresos, no se concederán quitas a deudores, prohibición de suministro de energía eléctrica gratuita, los empleados serán nombrados bajo autorización del Poder Ejecutivo, Contaduría General de la Nación revisará los balances alternando sus funcionarios, las utilidades de la Luz Eléctrica ingresarán a la Tesorería de la Junta E. Administrativa con prioridad liquidar las deudas con el Banco Nacional, los miembros del Consejo de Administración percibirán el 7% de la utilidades líquidas mensuales, a distribuir entre estos en partes iguales, más $50 mensuales para gastos.

Este Decreto le quita a la Junta la responsabilidad de la empresa de “Luz Eléctrica”, y se la otorga al Consejo de Administración dependiente del Poder Ejecutivo de Uruguay. La Junta de Montevideo era la propietaria de “Luz Eléctrica”, y las utilidades pasaban al Gobierno Central.

Recordemos que en esos años las municipalidades o Juntas Administrativas no eran autónomas económicamente del poder ejecutivo, ni eran electivas (no se elegían por sufragio como es hoy día), sino que dependían del Poder Ejecutivo Central, quien nombraba sus integrantes políticamente, en cada asunción de un nuevo gobierno.

Presidencia del Dr. Juan Campisteguy 1898-1899

En este periodo no hubo ampliaciones en la generación de energía. Se destaca un galpón en Arroyo Seco, una rebaja de tarifas de 17% en el alumbrado a los consumidores a precio fijo y a los consumidores a contador. Instalación de 120 faroles en la Ciudad Nueva, 12 lámparas de Arco en las Plazas Independencia y Treinta y Tres.

Presidencia de Don Alcides Montero 1899-1900

Destaca en este periodo, Don Carlos Ricci y Toribio que se ofreció a dar clases de electricidad gratuitamente al personal de la empresa Luz Eléctrica, siendo luego designado en el Presupuesto como Profesor con $30 mensuales.

Al bajar las tarifas los abonados particulares, aumentaron de 664 a 911. Alcides Montero falleció el 23 de abril de 1900, y asume el Dr. Villegas Zúñiga.

Conflicto con la Junta

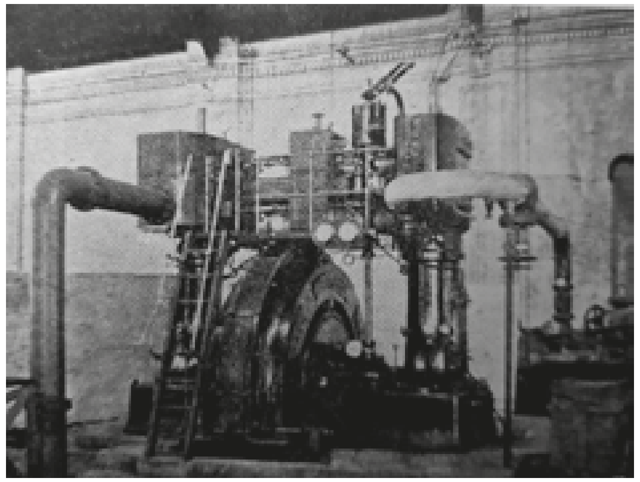
La deuda con el Banco República se reduce de $102.075,22 a la cuarta parte; $24.960,49. Si bien la empresa daba utilidades, estas no eran remitidas a la Junta Económico-Administrativa, la propietaria del capital accionario de la empresa de Luz Eléctrica. Esto llevó a un conflicto, y la Junta dejó de abonar su autoconsumo de energía eléctrica. Finalmente, el Consejo de la empresa, accede a pasarle $3.000 mensuales a la Junta, a partir de setiembre de 1899.

Cableados subterráneos

Decía el Consejo: *"En las reformas a proyectarse se cuenta en primer término por lo urgente y sentida, la transformación de la instalación aérea de la red de cables, por subterránea, abandonando el sistema casi primitivo que tenemos por el más moderno y en uso en todo el mundo, cambió que si bien traería aparejado fuertes desembolsos, sería de ventajas inapreciables, porque además de garantir un servicio regular y de completa seguridad, eliminaría las pérdidas de corriente que actualmente se producen y permitiría no sólo dar toda la luz que se pidiera y a todas las horas, sino utilizar la corriente eléctrica en los diversos ramos en que puede aplicarse, siempre que se completará la instalación con nuevas máquinas, calderas, etc.".*

"La transformación de la instalación aérea por subterránea tendría también la ventaja inapreciable de suprimir en absoluto los accidentes y perjuicios que se producen, a pesar de las precauciones rigurosas que se toman, pues en la situación actual es imposible impedir se ocasionen contactos con las innumerables líneas tanto telefónicas, como telegráficas, que existen conjuntamente con los de esta empresa".

En este periodo se instalan dos nuevas calderas Belleville (N-10 Serie C), de 300 caballos, con sobrecalentador economizador. Recambio por nuevas cañerías de vapor, 30 metros de caños de 160 mm (6 pulgadas), por nuevo de 220 mm (9 pulgadas) en hierro fundido importado de Buenos Aires, nuevas 7 válvulas de vapor de 3". Recambio de cañería de alimentación de agua de hierro (la Memoria de 1899 dice de "fierro" con "f") por cobre. Nuevas válvulas de seguridad, dos cámaras de aire en cañería de alimentación, nueva purga de calderas. Cambio de 16 tubos a las 2 calderas Steinmuller, 93 tubos a 2 calderas Babcok-Wilcox, 27 tubos a las 5 calderas Belleville. Bomba Worthington chica, para uso en el sótano en caso de inundaciones.



Grupo Ferranti de 300kW construido en 1902.

Presidencia del Dr. Felipe Villegas Zuñiga, 1900-1905

En 1902 el personal presupuestado era 36 personas; 18 funcionarios de administración, 6 en sección técnica, 3 en depósito central, 5 en Usina Arroyo Seco, 4 en Usina Arroyo Seco.

Operarios 135; 2 en depósito central, 52 en Usina Arroyo Seco, 23 en Usina Yerbal, 50 Faroleros Guarda hilos, 8 Practicantes Guarda hilos. El total en salarios (sueldos y jornales) implicaban $7.860.

Tras 12 años de servicio en la dirección de "Luz Eléctrica" se retira Don Bernabé Quiñones (1893-1905).

La Revolución de 1904

Don Carlos Ricci y Toribio, desde 1901 era jefe de Instalaciones, y con motivo de la Revolución es nombrado por el Poder Ejecutivo como Interventor de la "Luz Eléctrica", para asegurar la continuidad del servicio eléctrico. Quien antes era subalterno ahora daba órdenes al Consejo, lo que obviamente llevó a "rozamientos". Vuelta la paz, cesa la intervención, y el gobierno encomienda a Ricci el estudio de la red telefónica policial, evitando eventuales represalias.

Titulados versus idóneos

En este periodo, abandona "Luz Eléctrica", el ingeniero Girshaussen, quedan Cioffi como ingeniero jefe y Paccard como segundo. En 1900 es contratado el ingeniero Juan Garagioli, ingeniero titulado en Buenos Aires, con $320 de sueldo. Quien inicia un plan de ampliación, con la compra de un alternador de 800 kW. El ingeniero Topolansky, de la casa vendedora, formula tales observaciones al montaje realizado por Garagioli, nuevo ingeniero jefe, que este debe renunciar en 1902. Iniciándose una disputa entre quienes requerían un nuevo ingeniero jefe titulado, y quienes entendían que la experiencia era lo primordial para ser un técnico idóneo. Finalmente ingresa el ingeniero Ulises P. Barbieri, quedando relegados Cioffi y Paccard, ingenieros por experiencia, y no por un estudio universitario, que en esos años se realizaban en Buenos Aires.

Nuevo Generador de 800 KW

El 29 de julio de 1903 se inauguró el generador de 800 KW, con cuatro calderas tipo Bellville. La presencia del Dr. Martín C. Martínez y autoridades. La anterior Usina Yerbal queda como reserva, en servicio durante la Revolución de 1904, y luego parada, con personal reducido.

Mejora económica

En este periodo los clientes particulares aumentan de 891 a 1890, y las lámparas de alumbrado pasan de 14.000 a 29.000, con aumento de lámparas de Arco Voltaico en plazas y avenidas. Esto produjo un aumento de ingresos económicos, que permitió cancelar deudas, pagar la ampliación del generador y calderas, y hasta rebajar tarifas de alumbrado particular.

Conflicto con la Junta

En este periodo (1900-1905) continúa el antiguo conflicto, entre la Junta Económico-Administrativa (lo que sería la Municipalidad) propietaria de la empresa de "Luz Eléctrica", y el Consejo de Administración de la empresa, dependiente directamente del Gobierno. La Junta debía pagar el alumbrado público, y a su vez reclamaba utilidades, su parte de las ganancias de la empresa "Luz Eléctrica", ya que era su dueña.

Tranvías Eléctricos

En 1900 se concesiona la venta, el suministro de la energía eléctrica de tracción de tranvías, a G. Colladón representante de la Sociedad Comercial de Montevideo. En el Consejo de Administración de la empresa "Luz Eléctrica" se opone a dicha concesión, generando una discusión.

El monopolio eléctrico

Los municipios en otras ciudades del mundo tenían a su cargo el servicio de alumbrado público. Por otro lado, el desarrollo industrial y los capitales privados solicitaron concesiones para generar y distribuir energía eléctrica a particulares. Esta misma discusión a nivel del Gobierno y el Parlamento también se daba aquí en Montevideo, Uruguay.

Desde el Consejo se pedía mantener el monopolio existente en el ámbito público (distribuir energía por cableados subterráneos en las calles de la ciudad), sin intervenir en la generación eléctrica o suministro interno, particular o privado, dentro de las plantas industriales.

Era incipiente y pujante la instalación de usinas de fuerza eléctrica, motores y alternadores, para venta de energía no solo a tranvías, sino también a pequeños talleres, las actuales PYMES. La industria pesada de la época, años 1900, tenía sus propias generaciones eléctricas de alumbrado, y la fuerza motriz era con vapor y turbinas de transmisión mecánica directa a las líneas de producción y maquinarias.

Esta discusión no cuajaba antes de 1900, ya que ambos servicios eléctricos; alumbrado y energía eléctrica a particulares, eran ambos para alumbrado, aún no existía la masificación de electrodomésticos que existe hoy día, donde el alumbrado doméstico representa solo un pequeño porcentaje.

Monopolio inevitable

También parece lógico que si los cableados de media tensión, aéreos son inseguros para las personas dentro de las ciudades, el cableado subterráneo es la única forma, y dicho cableado constituye una red eléctrica única, un monopolio físico, en los hechos inevitable.

Battle no privatiza Arroyo Seco, 1904

En el texto de los Dres. Roberto B. Giúdice y Efraín González Conzi exponen, además, el siguiente hecho: *"Recuerde el lector que, en 1904, durante la guerra civil, le fueron ofrecidos a Battle $800.000 por la Usina Eléctrica que ya en 1912 valía $13.000.000, suma que hubieran pagado por ella capitalistas privados. El presidente José (Pepe) Battle rechazó la oferta, aun cuando bien necesario le hubiera sido aquella suma para hacer frente a la revolución en curso. Con este gesto de Battle la República ganó sumas millonarias".*

Presidencia de Don Carlos Burmester 1905-1906

En este periodo el presidente de la República era Don José Batlle y Ordoñez, y el ministro de Hacienda el ingeniero José Serrato. En este período destaca la re-ingeniería del servicio eléctrico, una rebaja de tarifas del alumbrado particular, según escalas de consumo; $0,25 /kWh entre 1 y 9 Kwh, y hasta $0,15 / kWh para más de 400 kWh.

Ing. José Serrato

El Decreto del 2 de marzo de 1905 sería el puntapié inicial al desarrollo de la energía eléctrica en el Uruguay, que desemboca luego en la creación de UTE en el año 1912;

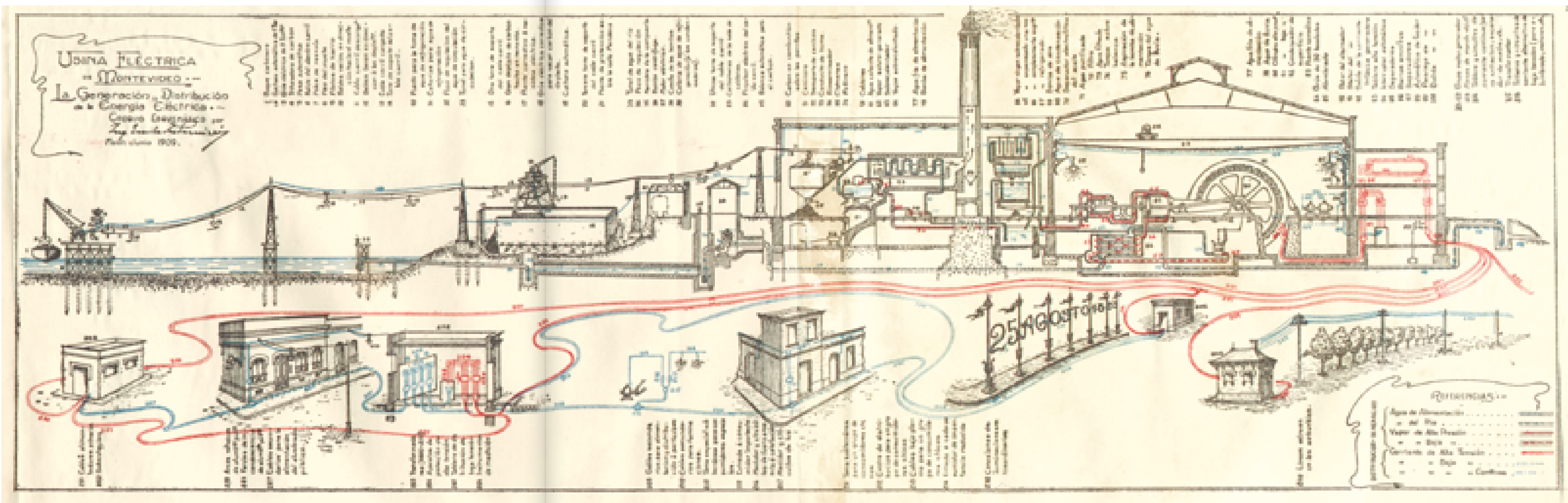
"la práctica de estos últimos años ha demostrado que la administración de ese servicio requiere constante dedicación y minucioso cuidado de sus detalles, como condición indispensable para ensanchar sus operaciones y entrar resueltamente en el período de sus transformaciones, sobre la base de un programa científico que regule su desenvolvimiento en armonía con las necesidades locales, haciendo por consiguiente, desaparecer las deficiencias propias del sistema que se ha seguido en sus instalaciones y elevando sus potencias de producción para extender sus líneas a nuevos radios de población y para poder atender otras aplicaciones de la electricidad, ajenas al alumbrado, todo ello con evidente beneficio para los consumidores y para la Junta E. Administrativa de la Capital a la que están afectadas las utilidades líquidas de la explotación de ese servicio".

La reforma de Serrato

Con ese fin se aumentó a 5 el número de miembros del Consejo de Administración, por 3 años, al que se le encomendaba que formulara en el término de dos meses "el plan de organización y reformas que debe adoptarse para hacer efectivas las transformaciones que impone el deficiente servicio de alumbrado, el aumento de su potencialidad productiva y de sus aplicaciones, y lo someterá al P.E. (Poder Ejecutivo) a efecto de que éste formule el plan financiero necesario para su desenvolvimiento".

Nuevo Consejo de 1905

Presidente. Don Carlos Búrmester,
Vocales: Don Lauro V. Rodríguez, Don José B. Gomensoro renuncia y asume el Dr. Manuel Herrera y Reissig, Dr. Mario L. Gil y el ingeniero Santiago A. Calcagno
Asesor Letrado y Contaduría: el mismo Dr. Mario Gil
Director Técnico: el mismo ingeniero Santiago Calcagno
Secretario Asesor: el mismo Lauro V. Rodriguez
Tesorero: el mismo: Dr. Manuel Herrera y Reissig



Directores y Técnicos

El libro de Medina Vidal, en realidad no aclara si los roles técnicos eran de dirección o de gestión, la gerencia de las respectivas Direcciones (Letrada, Contable, Tesorería, Técnica). De ser así, el plantel cumplía un doble rol, al ocupar las mismas personas, cargos designados desde el Gobierno en el Consejo de Administración, y cargos de gestión 100% técnica, dada la competencia como funcionarios.

Las Gerencias

El nuevo consejo se preocupa de reorganizar la empresa observando y de acuerdo con la distribución de responsabilidades adoptada en empresas similares de otros países.

- Gerencia (General); Chilavert, que no gerencia la parte técnica
- Sección Instalaciones Interiores y Alumbrado Particular; Cioffi y Ricci en 1905, Georg Foerster en 1906, Paccard
- Sección Instalaciones Alumbrado Particular
- Sección Reclamos; Don Isidoro Queirolo,
- Sección Contadores de Energía; Don Guillermo Lafone
- Sección Instalaciones Interiores; Don Valerio Bagattini
- Sección Instalaciones Exteriores y Alumbrado Público; jefe Paccard y luego Chevallier Boutell en 1905
- Sección Estudios; ingeniero Pablo Ferrés, Chevallier y Foerster
- Sección Medicina; Dr. Enrique F. Llovet en 1905
- Despacho, jefe Don Alcides Montero (hijo del ex-presidente de igual nombre)

Ingeniero Calcagno

El ingeniero Calcagno como director técnico, intervenía en los proyectos de gran alcance, la vigilancia directa de los trabajos técnicos, aún las tareas menores. El ingeniero Barbieri quedó así eclipsado, como jefe de Usina hasta 1906 que renuncia, puesto en que lo reemplaza el ingeniero Guillermo Gminder contratado en Berlín, pero solo estuvo un año en el cargo por motivos de salud. El puesto de jefe de la Usina fue ocupado por Don E. V. Christiany.

Este nuevo periodo comenzó con un inventario general, fechado el 28 de febrero de 1905, y el primer ejercicio económico se fechó entre el 1ro de Julio y 30 de junio del año siguiente.

La empresa "Luz Eléctrica", se va estructurando tal como hoy lo está la actual UTE. En esos años aún no incluía los telégrafos y la telefonía como debió encarar UTE a poco tiempo de su creación, pero tenía a su cargo el alumbrado público, cuestión que hoy UTE delegó a las municipalidades e Intendencias de todo el Uruguay.

Re-ingeniería del Servicio Eléctrico

En cumplimiento del Decreto de 1905, el Consejo compila toda la información de la empresa, necesaria para formular los planes técnicos y financieros de la re-ingeniería requerida. Se invitó a las compañías; Dick Kerr & Company de Londres, y a la Compañía Alemana Transatlántica de Electricidad de Buenos Aires, para que estas presentasen anteproyectos, a estudiar por los técnicos de "Luz Eléctrica".

"Ley de transformación"

Una Comisión Asesora integrada por el ingeniero municipal José María Montero y Paullier, ingenieros Calcagno y Gminder, los cuales aconsejan modificaciones y formulan las bases para el proyecto definitivo. El presupuesto es enviado al Poder Ejecutivo, el cual emite un proyecto de Ley presupuestal con los recursos necesarios, en la llamada "ley de transformación" (aclaremos que refiere a la transformación de la empresa, y no a los transformadores eléctricos de Corriente Alterna). El ingeniero Calcagno viaja a Europa para adquirir la maquinaria, materiales necesarios y accesorios, para el pronto cumplimiento del proyecto.

La Usina Eléctrica de Montevideo, 1906-1912

La denominada “Ley de Transformación” del 27 de Septiembre de 1906; “Autorizarse al Poder Ejecutivo para adquirir los materiales, máquinas, conductores y accesorios en general, así como para contratar la construcción de las obras relativas a la modificación de la instalaciones existentes de la compañía “Luz Eléctrica” y ejecución de las nuevas con arreglo a los sistemas más perfeccionados y seguros, y a los efectos de la provisión de alumbrado público y particular, de la energía motriz y demás aplicaciones de la electricidad.

Para financiar las obras, se autorizaba al Poder Ejecutivo a emitir hasta 1:200.000 de obligaciones garantizadas con una hipoteca sobre la “Usina Eléctrica de Montevideo”, nueva institución que nacía en ese momento sustituyendo a la “Luz Eléctrica”, con el monopolio en el Departamento de Montevideo, por 20 años, para suministrar el alumbrado público y “vender luz y fuerza motriz a particulares”.

Servidumbre para el cableado

Los cableados se realizarían en un régimen de servidumbres, que se declaran de utilidad pública con carácter gratuito. Recordemos que la primera servidumbre para cableado eléctrico se estableció el 7 de junio de 1889, por el contratista de Luz Eléctrica; Don Marcelino Díaz y García. También se preveía suministro de energía a los tranvías. Las tarifas las establecería el Poder Ejecutivo, y las utilidades no pasarían a la municipalidad, descontado un 15% para un fondo de reserva y previsión. Lo que generó un nuevo conflicto con la Junta Administrativa de Montevideo (la municipalidad), que dejó de pagar el alumbrado público.

Ampliación servicio a otros barrios

El 28 de marzo de 1911 se promulgó una nueva ley aprobando el exceso de gastos realizados por $780.823,39 sobre la Ley de 1906, y otros $1.000.000 para ampliar el servicio eléctrico a otros barrios de Montevideo; Cerro, Sayago, Peñarol, Colón, Maroñas, Ituzaingó y otros. Se estableció un pago fijo de $50.000 a la Junta, además de utilidades reales; 30% para la Junta y 70% rebajar tarifas y financiamiento de ampliaciones del servicio eléctrico.

Presidencia de Don Carlos Burmester 1906-1910

El Consejo de Administración de la “Usina Eléctrica de Montevideo” pasa a ser el denominado Directorio, en aplicación del régimen del Decreto de 1905, esto hasta el año 1912. Presidente Don Carlos Burmester, vicepresidente Gil, director de Contaduría, Depósito y Despacho; Irureta, director de Instalaciones Interiores y Contadores; Herrera, director técnico Calcagno (comprendiendo las Secciones Usina, Estudios e Instalaciones Exteriores). En setiembre de 1910 se retiró Gil, y lo sustituye Eduardo Williman, y Calcagno pasa a ocupar la Vicepresidencia.

Nuevos ingenieros y técnicos

En un viaje a Europa, Calcagno contrata tres ingenieros; Emilio Invernizzi (jefe), C. Damiani (Vicejefe), L T´Serstevens (jefe de Instalaciones interiores). También en este periodo actúan los ingenieros; Agustín Zamboni, Guillermo Martínez, Bautista Lasgoity, John Johnson, y el arquitecto Tosi en las construcciones. Dejan la Usina Chevalier y Paccard, fallece el contador Pérez, lo reemplaza el tesorero Oxilia, pasa Luis Valdés García a ocupar como tesorero.

Kincaid Consultores

Calcagno en Europa contrata en Londres a Kincaid Consultores, para el proyecto; cables subterráneos de la red primaria y secundaria aéreos, junto a una red telefónica para uso oficial e interna de la Usina. Reemplazo de transformadores aéreos por nuevos dentro de edificios especiales. Cambio de la Media Tensión monofásica 2,3 KV a trifásica 6,6 KV, y en Baja Tensión de 110 a 220 Vca. Aumentó la potencia y reforma de Arroyo Seco. Suministro de energía diurna, y servicio eléctrico para la industria.

Usina con 6 calderas

La Usina de Arroyo Seco se amplió sobre el anterior edificio, pero esta vez una estructura de hierro. Una chimenea de ladrillo prensado, 6 calderas Babcock & Wilcox, tres generadores Tosi de 2,2 KW con motor de pistón. El grupo de 800KW del año 1903 se reformó y continuó en servicio. La ampliación fue inaugurada el 23 de octubre de 1909. Gracias a esta se pasó de 3.029 suscriptores a 9.112, y la venta de energía pasó de 3 Gwh a más de 9 Gwh. La tarifa particular fue de $0,12/KWh y la industrial entre 0,075 y $0,04/KWh.

Presidencia del Ingeniero Calcagno 1911-1912

Por renuncia de Búrmester, ocupa la Presidencia durante los últimos 10 días de diciembre de 1910, el vicepresidente Calcagno, y queda en esta última Irureta Goyena.

El 5 de abril de 1911 toma posesión el nuevo Directorio, para el período de 3 años, aplicando el reglamento de 1905; el presidente Ing. Santiago Calcagno, Vocales Dr. José Irureta Goyena, Ing. Juan T. Smith, el Ing. Roberto Peixoto, y Don Carlos Ricci y Toribio.

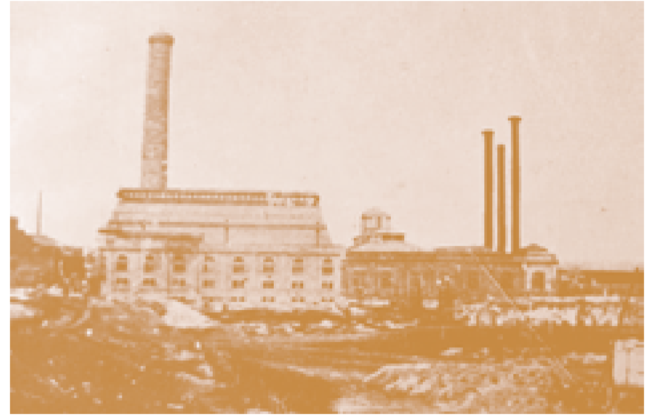
Primer Turbina a Vapor, 1912

En este período continúa la ampliación de la sala de calderas, una segunda chimenea, dos nuevas calderas Babcock & Wilcox, dos grupos turbogeneradores de 4.000 KW. En mayo de 1912 se pone en marcha la primera turbina a vapor de la Usina, recordemos que todos los anteriores motores para la generación eléctrica eran del tipo émbolo o pistón de vapor.

Entre 1911 y 1912, la generación de energía eléctrica aumentó un 50%, pasando de 9:227.932 KWh a 13:239.729 KWh. El equivalente al 1% de la generación de Rincón del Bonete en un año de buena hidraulicidad (año lluvioso).

Ley de Autonomía de 1912

Así llegamos a la Ley del 21 de octubre de 1912, de creación de la actual UTE.



Arroyo Seco en 1909.

Fuentes

“Reseña Histórica de la UTE”,
Marcos Medina Vidal,1952
“El Libro del Centenario del Uruguay”, 1825-1925
U.T.E.-“Cincuentenario del alumbrado eléctrico”.
Montevideo 1887- 1937”. Montevideo 1937.
Revista ilustrada El Mundo Científico, Órgano
de las Ciencias y las Artes en el Río de la Plata,
Tomo 1, año 1898, 15 de agosto, Número 1,
Uruguay

Las mujeres, la ciencia y la tecnología



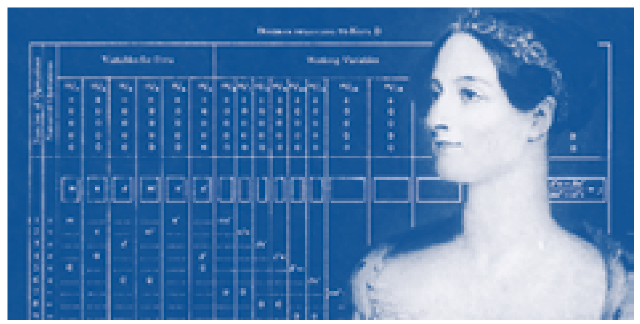
Imagen: Katherine Johnson



Autora:
Claudia Revetria
Técnico en Comunicación Social
Colaboración:
Ing. Carlos Piana

A lo largo de la historia las mujeres han hecho importantes aportes en los distintos campos de la actividad. Pero esto les ha requerido grandes esfuerzos sólo por su condición de género.

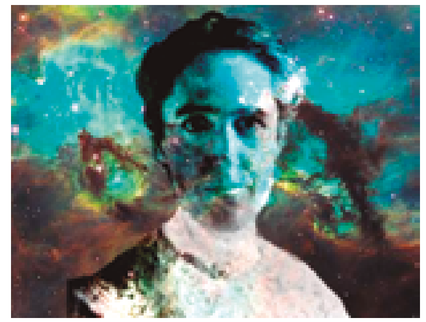
Si bien históricamente las mujeres han bregado desde una perspectiva filosófica por establecer la igualdad de derechos entre los géneros no ha sido fácil. Ya desde mediados del siglo XIX los distintos colectivos feministas se centraban en la obtención de derechos políticos fundamentalmente el sufragio universal. Mucha agua corrió bajo el puente hasta nuestros días En este artículo buscamos reivindicar a algunas de ellas y a través de estas a todas las olvidadas a lo largo de los tiempos.

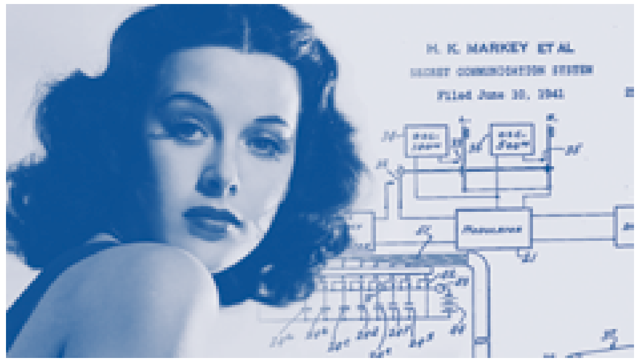


Ada Lovelace

Recordaremos a cuatro científicas destacadas que abrieron el camino. Comenzaremos con Ada Lovelace (1815-1852) fue la hija del poeta británico Lord Byron. Ada fue considerada la primera programadora, este logro se lo permitió el ser la hija de una mujer adinerada ya que en su época era difícil destacar en áreas que no se consideraban “femeninas”. De su madre heredó también la pasión por las matemáticas, pudo estudiar en la Universidad de Londres y relacionarse con figuras de la época en las ciencias y el arte como Faraday y Dickens. Ada Lovelace se adelantó a su tiempo ya que fue capaz de anticipar en la era victoriana la capacidad de los ordenadores para ir más allá de los simples cálculos de números mientras otros se centraron sólo en esto. Ella realiza todas estas deducciones basada en la obra de su amigo Charles Babage (“La máquina analítica”). Algunos la consideran la creadora del primer programa de ordenador (algoritmo codificado para que la máquina lo procese). Como vemos ya en el siglo XIX existían mujeres con una formación y capacidades para desarrollar importantes avances en el mundo de la ciencia y la tecnología pero debían sortear obstáculos que en el caso de Ada se le permitió ser una mujer adinerada y pertenecer a una clase privilegiada.

Pero no sólo en la informática incipiente se destacaron, en 1868 nace Henrietta Leavitt para descollar esta vez en la astronomía. Henrietta fue una astrónoma formada en la Universidad de Harvard que cambió la forma de observar el universo, gracias a sus estu dios. Su descubrimiento sobre la luminosidad de las estrellas nos permitió calcular la distancia de estas con respecto a la Tierra. A partir de sus avances en la astronomía destacados científicos como Edwin Hobble lograron en los años veinte calcular distancias a otras galaxias como Andrómeda. Henrietta quedó sorda a causa de una grave enfermedad. Cuando logró recuperarse comenzó a trabajar como voluntaria en un grupo de mujeres llamadas “calculadoras” en el observatorio del Harvard College, las tareas eran mecánicas, observar meticulosamente placas fotográficas o realizar cálculos tediosos éste trabajo astronómico era poco valorado en la época y generalmente el crédito se lo llevaban los supervisores. En el caso de Leavitt se lo dieron a sus superiores Edward Pickering y Edwin Hobble que según sus biógrafos era poco dado al trabajo en equipo. Sin embargo en 1912 Leavitt publica un trabajo original en el que explicaba sus teorías. El trabajo constaba de tres páginas e iba firmado por Pickering pero empezaba con la nota “este trabajo ha sido preparado por la señorita Leavitt”.





Hedy Lamarr

Pero la historia continúa y a pesar de las dificultades las féminas no nos damos por vencidas y en 1914 en Viena llega Hedwig Eva María Kiesler, más conocida como Hedy Lamarr y cuando uno revisa sus floridos datos biográficos dicen "actriz de cine" e inventora austríaca ya que Hedy es conocida como actriz pero también es una inventora que hizo grandes aportes durante el desarrollo de la segunda guerra mundial. Como consideraba que su inteligencia podía aportar a la victoria aliada Hedy se puso a trabajar en el desarrollo de tecnologías militares. Lamarr y el compositor Antheil recibieron el número de patente 2292387 por su "sistema de comunicación secreta" una versión temprana del salto en frecuencia, constaba de un par de tambores perforados y sincronizados a modo de pianola, para cambiar entre 88 frecuencias (usado en torpedos teledirigidos).

Y llegando a los 60s y a la era espacial nos encontramos con los "talentos ocultos" si el film que nos trae a Katherine Johnson y sus colaboradoras Dorothy Vaughan y Mary Jackson tres científicas afroamericanas que hicieron aportes claves en el desarrollo del programa espacial de la NASA y le permitieron a EEUU ganarle la partida a la URSS en la guerra fría. Katherine Johnson fue una destacada matemática que trabajó durante 35 años para la NASA, con gran reputación en el manejo y dominio de cálculos manuales complejos y contribuyó al uso pionero de computadores para realizar tareas. La agencia espacial la destacó en su "papel histórico como una de las primeras mujeres afroamericanas en trabajar como científica de la NASA".



Katherine Johnson

Entonces podríamos preguntarnos: ¿qué hubiera pasado si Einstein hubiera sido mujer? ¿hoy sabríamos quién era? Nunca lo sabremos, pero lenta, tímidamente, la historia va incluyendo a las mujeres en sus libros o si de tecnología hablamos, en sus páginas web.

Fuente: Wikipedia

Del bit al cúbit: con la computación cuántica en el horizonte

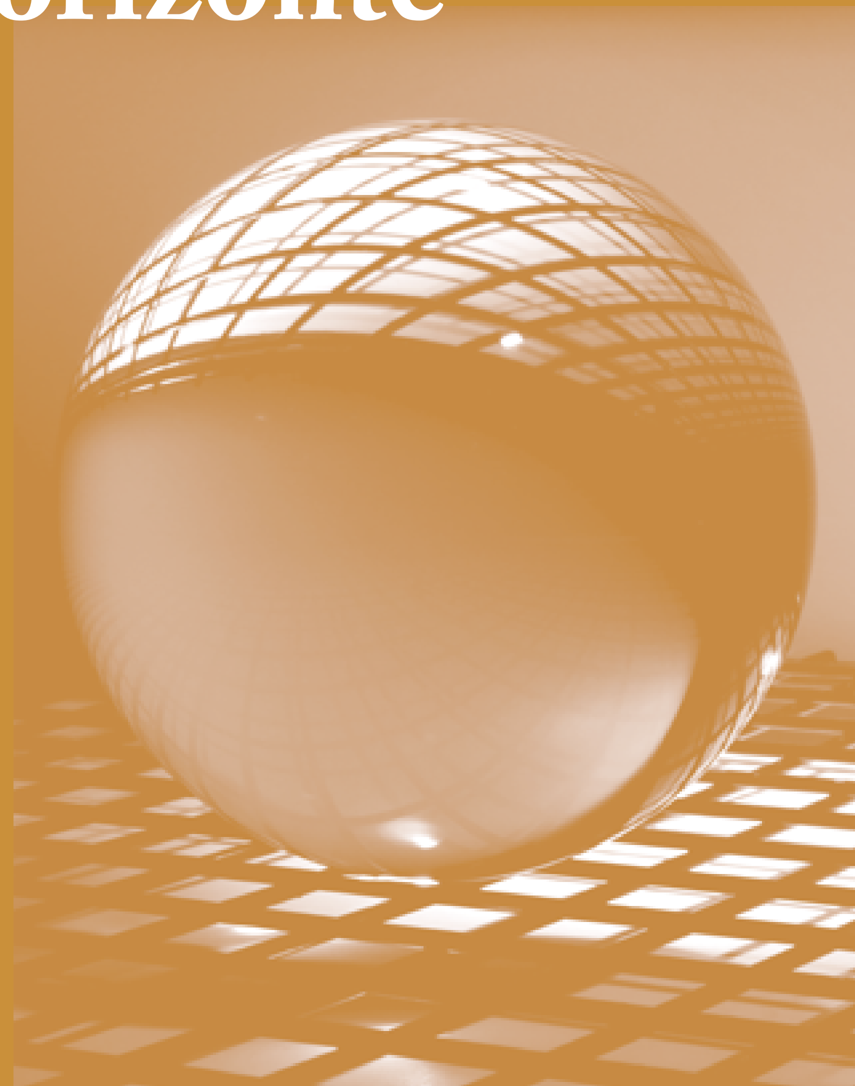


Imagen: Unsplash.com

Autor:
Ing. Leonardo Kammermann

Introducción

La comodidad de disponer de poderosas computadoras de uso general en el bolsillo -en forma de un móvil celular- o en la muñeca -como un smart watch- nos ha hecho olvidar los laboriosos tiempos fundacionales de la computación digital.

Recordemos la Colossus, aquella computadora creada por los británicos en los años cuarenta, en el marco de la Segunda Guerra Mundial. Fue construida para un fin específico: descifrar con la mayor celeridad posible los mensajes encriptados del ejército alemán. Era enorme: tenía 2.25 metros de alto, 3 metros de largo y 1.20 metros de ancho y poseía 1500 válvulas de vacío. Se programaba a través de llaves y conexiones.

En el día de hoy, una nueva forma de computar evoluciona buscando llegar a su madurez. No solo nos permitiría enfrentar mejor algunos desafíos que hoy asume la computación clásica, sino solucionar otros que aún resultan imposibles y avanzar en áreas del conocimiento donde se verifica un cierto estancamiento. No mejoraría la manera como computamos, la cambiaría radicalmente.

Bienvenidos al mundo de la computación cuántica.

Los límites de la computación clásica

Es indudable que las necesidades computacionales del mundo han crecido de forma extraordinaria en estos años en que hemos visto florecer, en un contexto de creciente digitalización de los más variados aspectos de nuestra vida y entorno, elementos como el Big Data, el Internet de las Cosas, la Inteligencia Artificial.

La computación clásica ha podido enfrentar bastante bien al desafío gracias al incremento, no menos asombroso, de su capacidad de procesamiento.

En los años sesenta, Gordon E. Moore, uno de los fundadores de Intel, pronosticó que cada año se duplicaría el número de transistores en un microprocesador. A mediados de los setenta, lo ajustó: sería cada dos años. Lo cierto es que esa ley empírica se ha venido cumpliendo, lo que ha implicado poder duplicar bianualmente la capacidad de los microprocesadores. Las maravillas de las que hablamos al inicio del artículo, son hijas de ese proceso de miniaturización de los componentes electrónicos.

El problema es que esa etapa va a llegar a su fin: estamos próximos al punto en que los transistores se vuelvan tan pequeños que sus dimensiones sean comparables a las de un átomo. En esas condiciones no se verificaría su funcionamiento habitual, ya que habríamos dejado atrás el universo determinístico de la física tradicional para entrar en el de la física cuántica.

La computación cuántica al rescate

La computación clásica basa su procesamiento en unidades llamadas bits, que pueden tomar el valor de cero o uno. En la práctica, se representan por corrientes que circulan o no en componentes electrónicos.

La computación cuántica, en cambio, trabaja en base a bits cuánticos, los llamados cúbits; son elementos que pueden tomar el valor de uno o cero o… uno y cero al mismo tiempo. Su funcionamiento se explica en base a propiedades como la superposición o el entrelazamiento.

Computar con una máquina en base a cubits permitiría, por ejemplo, ser capaces de probar todas las combinaciones posibles de un conjunto de elementos al mismo tiempo, sin testearlas una a una, en serie, como en la computación clásica.

La aplicación que esto tendría para resolver problemas de logística complejos, es evidente. Pero también sería formidable para diseñar nuevos materiales o nuevos medicamentos a partir de ciertos elementos químicos. De hecho, físicos teóricos como Richard Feynman, han argumentado desde hace décadas en el sentido de que presentando la materia un comportamiento cuántico, para resolver problemas complejos de la naturaleza se deberían construir computadoras que funcionaran según los principios de la mecánica cuántica.

Otro gran campo de aplicación sería la criptografía. Uno de los algoritmos cuánticos más famosos es el de Shor, que permitiría factorizar rápidamente grandes números. Si se construyera una computadora cuántica suficientemente poderosa, podría quebrar los mecanismos de seguridad de Internet actuales basados en encriptación de clave pública, y a su vez, construir otros mucho más sólidos.

La supremacía cuántica: ¿hito o mito?

En el 2019, Google declaró haber llegado a un punto definitivo: el de la supremacía cuántica. Se trata de un término creado por el físico John Preskill años atrás, para señalar el punto en que las máquinas cuánticas fueran capaces de resolver problemas imposibles para la computación clásica.

Google decía haber solucionado, con una computadora de 53 cubits, en menos de tres minutos y medio, un problema que hubiera llevado a la computación clásica diez mil años.

IBM, otro gran protagonista en el camino hacia la computación cuántica, le contestó declarando que su supercomputadora tradicional lo podía resolver en dos días y medio. ¿Quién tenía razón? Importa más que ello - y de que el problema no tuviera ninguna aplicación práctica- que, enfrentada a un problema específico, una computadora cuántica funcionó como se teorizaba que lo haría y fue capaz de resolverlo a una velocidad impensable.

Estado del arte y perspectivas

Más allá de declaraciones altisonantes, la tecnología aún no ha llegado a su madurez.

Las computadoras cuánticas actuales son tan voluminosas como las clásicas de los tiempos fundacionales. Peor aún, necesitan condiciones de laboratorio: deben aislarse del exterior para evitar interferencias mecánicas o electromagnéticas y tienen componentes que deben estar casi al cero absoluto de temperatura.

Tampoco disponen aún de los cúbits necesarios para resolver problemas útiles como los planteados anteriormente. Las más potentes tienen solo hasta varias docenas, cuando se precisarían al menos miles de ellos específicamente dedicados a los cálculos -y más estables- para lograrlo.

Los desarrollos actuales están orientados a resolver determinado tipo de problemas: una computadora de propósito general implicaría una extraordinaria cantidad de cúbits extras para implementar mecanismos de corrección de errores sólidos.

Tampoco existen lenguajes de programación de alto nivel. Se las programa manejando algoritmos que operan sobre los cubits de modo muy similar a cómo el lenguaje assembler operaba sobre las computadoras clásicas.

Es difícil predecir cuándo tendremos computadoras que puedan resolver problemas reales; unos dicen un par de años, otros diez, otros décadas. También depende del foco: quizás se logren construir máquinas que puedan resolver eficientemente un tipo de problemas específico, antes (o en vez de) llegar a una máquina de propósito general.

Mientras tanto, la academia y los emprendedores tecnológicos se preparan. Se suman cursos en línea; propuestas educativas de universidades; desafíos cuánticos de empresas como Airbus; compañías desarrolladoras dejan disponibles en la nube algunos cubits de procesamiento para que la comunidad vaya entendiendo cómo trabajar en el campo.

Lo cierto es que la inversión en el área hasta el momento ha sido millonaria, y lo seguirá siendo, porque las ventajas que promete para quien logre un desarrollo exitoso son muy altas. Más tarde o más temprano, en mayor o menor escala, la computación cuántica llegará. Y no será una tecnología más.

Lo que el tiempo no debería llevarse

EN LA GÉNESIS DE LA INGENIERÍA URUGUAYA



Busto del Ing. De Zúñiga



Autor:
Ing. Civ. Adolfo Gallero Schenk

Conocimiento, Ingenio y Memoria contra el olvido

Transcurría 1958, el Arquitecto Duffau, profesor de Dibujo Técnico en la Facultad de Ingeniería, comentaba indignado de cómo habían representado al Ing. De Zúñiga, en el busto existente en la biblioteca.- "Parecía como alguien que se comía a los alumnos y era todo lo contrario, se trataba de una persona afable y comprensiva".

Un puente, puede ser visto como sirviendo al paso de vehículos, civilizando cauces de agua, permitiendo el cruce de ganado, interconectando cuencas, salvando una hondonada, conectando poblaciones, beneficiando un fin político, etc.

Esa pluralidad de interpretaciones caracteriza una obra de arte, por lo que tratemos de ver el busto que representa al Ing. Eduardo García de Zúñiga desde otro ángulo.

Esta representación tridimensional, sugiere hombros firmes sobre los cuales podremos apoyarnos para trascender, pero advierte a la vez que nada nos será fácil en nuestra profesión, no podremos evitar contracturarnos ante la adversidad.

Viendo más en detalle su rostro, la comisura de los labios, refleja una leve decepción, a la que suele llegarse cuando a pesar de todo el esfuerzo, no logramos cambiar la manera de pensar del mundo, la humanidad seguirá tropezando con las mismas piedras y reinventando la rueda.

La arruga del entrecejo, bien profunda, manifiesta la condición de testarudez, de no rendirse ante los escollos.

Pero la condición fundamental se vislumbra en su mirada que irradia comprensión y tolerancia, una de sus cualidades sobresalientes.- Una condición que facilita ser escuchado y que viste a un verdadero líder.
En suma, el conocimiento es la base, el ingenio nos torna creadores y la memoria nos protege del olvido de quienes nos precedieron sin cuyo aporte y sacrificio no tendríamos la base para sustentarnos. Pero sin liderazgo no lograremos ser escuchados.

Nacen ingenieros nacionales

A fines del siglo XIX, las obras de ingeniería utilizaban cal romana, piedra, ladrillos, acero y madera, estimo no conocían aún el cemento Portland excepto para macetas, los grandes perfiles recurrían al remachado, las cerchas y los arcos, pero la soldadura no era confiable aún, la madera usaba pernos y encastres. Las máquinas eran movidas por vapor de agua, creo aparecieron los primeros autos eléctricos y tal vez algún ciclo Otto con carburadores de mecha.

Enfermarse acercaba la muerte, pestes, tuberculosis, gripes, lepra, no tenían remedios, los enfermos mentales se trataban de calmar con duchas de agua fría, inyectándoles trementina para que el dolor los hiciera pensar en otra cosa o con elementos contenedores.

En lo político, el país dejaba atrás tres gobiernos militares y se hundía en guerras civiles por varios años, no estaría claro para qué servía un ingeniero ni sobre la conveniencia de crearlo.- No era fácil conseguir estudiantes, ya que la población no veía las ventajas de estudiar en un ambiente tan convulsionado, ni era fácil conseguir profesores y menos aún honorarios.

Cerca del final del siglo 19, existían algunos ingenieros civiles graduados en el exterior, pero recién en 1892 egresaron de la Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas los tres primeros ingenieros de Puentes, Caminos y Calzadas, José Luis Serrato, Eduardo García de Zúñiga y Pedro Magnou.

El Ing. Eduardo García de Zúñiga

Para conocer la trayectoria y obra del Ing. Eduardo García de Zúñiga, me remito al Prof. Ing. Rafael Laguardia que escribió un artículo sobre él y que sin duda lo conoció, pero siendo muy extenso lo mejor es leer la fuente original, que en mi caso trataré de resumirlo.

Eduardo García de Zúñiga (1867-1951) se graduó en 1892 como Ingeniero de Puentes, Caminos y Calzadas (4 años de duración), luego, entre 1904/1905 se especializó en matemáticas superiores, construcción de puertos y ensayo de materiales en la Escuela Técnica Superior de Charlotenburg (Berlín). Sobresalió en las esferas humanista, administrativa, profesional y docente.
Tuvo larga actuación administrativa en el Departamento Nacional de Ingenieros, en las inspecciones Técnicas Regionales, en la inspección General de Ferrocarriles del Norte del Río Negro.- Fue además Director de Vialidad, Director de la Administración Nacional de Puertos y Director de Ferrocarriles.

Su actividad trascendió fronteras, tanto en Europa como en Latino América, siendo miembro de honor en diversos lugares.

Desempeñó labor docente en la Facultad de Matemáticas y Ramas Anexas

- Cálculo Infinitesimal 1907-1925
- Álgebra Superior y Análisis 1915-1925, y en la Facultad de Ciencias Económicas.
- Cálculo Mercantil y Financiero.

Formó parte de los Consejos Directivos de las Facultades de Ingeniería y de Humanidades y Ciencias y habiendo sido Decano de la primera durante tres períodos.

Fue catedrático, consejero y decano de la Facultad de Ingeniería y autor de numerosas obras y artículos relacionados con su profesión y con las matemáticas.

Fue bibliotecario honorario de la Biblioteca Central de la Facultad, que recibió el nombre de “Ingeniero Eduardo García de Zúñiga” en 1950 “en reconocimiento a la excepcional actuación que el nombrado ingeniero ha desarrollado como Profesor, como Decano y como Consejero y en mérito a la labor invalorable realizada por él como Director de la Biblioteca”.

Fue creador de planes de estudio y de programas específicos de Matemáticas a nivel universitario y secundario que, según Mario H. Otero, “fueron decisivos, junto con la biblioteca, para la introducción de una cultura matemática moderna en el país”.

Integró también el Consejo de la Facultad de Humanidades y Ciencias, siendo designado en 1940 profesor ad-honoren de la Facultad de Ingeniería y Ramas Anexas y Doctor Honoris-Causa por la Universidad, el 26 de Junio de 1941.

En 1941, el mundo estaba en guerra y unos meses después ocurría el ataque a Pearl Harbor por parte de los japoneses.- No habían surgido aún los antibióticos ni sulfamidas, pero las obras de potabilización, purificación y alejamiento de aguas servidas surgidas 10 años atrás hacían una diferencia en la calidad de vida de los uruguayos.- Tal vez se dibujaba la angustia por la guerra, la escasez de alimentos, la zozobra en trabajo y seguridad.

Sobre su personalidad

Era una persona de carácter franco, generoso y sencillo, con una personalidad tolerante y comprensiva. Su cultura: vasta y profunda no sólo en ingeniería y en matemática, sino también en las humanidades, que cultivó con íntimo y acendrado deleite hasta sus últimos días.

Una individualidad tan completa, potente y avasalladora tenía que inspirar simpatía o, por lo menos, respeto.- Gracias a ello pudo aportar a los problemas, aun en medios a veces indiferentes o incomprensivos, no ya la solución estrecha que busca allanar la dificultad inmediata, sino la que se inspira en perspectivas lejanas y abre cauces al futuro.

Así, por ejemplo, al frente de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería, no se dejó desbordar por los que deseaban llenar los anaqueles con la multitud incoherente de los textos que se repiten los unos a los otros o exageran la última novedad técnica, a veces pronto olvidada, sino que planteó y llevó a cabo una política de adquisiciones en la que dio a las novedades su real importancia, pero no descuidó las obras básicas, las colecciones de revistas científicas y las producciones de los grandes investigadores.

Gracias a él aquella biblioteca atesora obras de gran valor, particularmente en el dominio de la matemática y de la historia de la ciencia. Las importantes colecciones de periódicos matemáticos que con certera previsión hizo adquirir, desoyendo a los escépticos son hoy consultadas diariamente por los profesores que le sucedieron en sus cátedras y por jóvenes estudiosos e investigadores en cuyas manos son un instrumento imprescindible.

Además publicó en su carácter de bibliotecario honorario, el Catálogo de la Biblioteca de la Facultad de Matemáticas. Montevideo, 1912, donde por primera vez se utiliza en nuestras bibliotecas públicas la clasificación decimal.

Tenemos un deber de gratitud a quien tanto hizo por impulsar los estudios matemáticos en nuestro país. La variedad de sus inquietudes intelectuales y la multitud de sus importantes tareas al servicio del Estado que, nos consta, ejerció con profundo desinterés por lo material, no le permitieron dedicar a la investigación matemática para la que estaba tan bien dotado, las largas horas de esfuerzo continuado que ella exige.

No obstante, quienes no hayan sido sus alumnos o disfrutado de su trato, encontrarán en su Nota sobre el wronskiano, su Curso de Álgebra Superior y Análisis, su Estudio sobre Programas, y otras publicaciones muestras de su espíritu lógico, agudo, penetrante y riguroso, así como de su elegancia y claridad en la exposición. Como profesor sacrificó a veces la utilidad a la belleza, pero se caracterizó por la jerarquía de sus clases, a las que situó a un nivel, imprimió una seriedad y un rigor y animó con un acento de modernidad que, a pesar de los vaivenes de planes y programas, pueden considerarse conquistas definitivas en nuestro medio.

Sobre ingeniería, sus escritos abarcaron estructuras, puertos, organización, administración, historia, ferrocarriles, etc.

En Matemática, luego de estudiar importancia de la matemática en la formación espiritual y destacar el valor de sus aplicaciones prácticas, presenta un conjunto de programas que por su orientación moderna han influido en forma decisiva en los estudios de matemática pura y aplicada en nuestro país.- Incluyó tratados, historia, probabilidades, cálculo infinitesimal, presenta la integral general de una ecuación diferencial lineal homogénea y con coeficientes constantes como una combinación lineal de monomios de la forma x^p e^(rx), donde r y p satisfacen determinadas condiciones, permite resolver siempre el problema de valores iniciales.

En esta obra desarrolla la teoría del número real debida a Cantor, da algunas nociones sobre conjuntos de números, estudia los trascendentes de Liouville, desarrolla la teoría de las series numéricas, da algunas nociones sobre funciones reales (en particular los teoremas de Weierstrass sobre funciones continuas), expone las principales propiedades de las series funcionales y termina estudiando la famosa función continua no diferenciable de Weierstrass. Es una obra breve, clara, amena y rigurosa, que muestra hasta qué grado de perfección estética supo llevar un curso que dictaba en una Facultad profesional.

La adquisición, por la Biblioteca de esa Facultad, de algunos manuscritos de Rafael Barrett “permite valorar concretamente su producción, o por lo menos su vocación matemática, a lo que suele aludirse con demasiada vaguedad y sin ningún conocimiento concreto de los hechos”. Se refiere sobre todo a una carta dirigida a H. Poincaré, en la que Barrett indica una fórmula que da el número de primos menores que un número dado. García de Zúñiga declara que estima altamente el talento matemático de Barrett y que cree que “si la brevedad de su vida, sus enfermedades, su pobreza y la intensa producción literaria de sus últimos años le hubieran permitido consagrar más tiempo a la investigación matemática, Rafael Barrett hubiera ilustrado también su nombre en esta ciencia, que amaba tanto, con valiosos descubrimientos”.

Era un humanista por su vasta y profunda cultura científica y literaria, aprendió el idioma griego para leer la Geometría de Euclides y los Diálogos de Platón en su idioma original y cultivó el latín por su sed de cultura.

Su legado

- Defendió la necesidad de poner el acento en formar ingenieros en las materias básicas.
- Impulsó el desarrollo de las mismas, destacando su fecundidad en los avances científicos y tecnológicos.
- Alentó la investigación en el campo de estas disciplinas como un camino ineludible para la conquista de la autonomía intelectual y cultural.
- Desarrolló una notable labor docente, comprometida y responsable.
- Imprimió un sello de constancia y aplicación al estudio en una época donde era difícil acceder al conocimiento.
- Facilitó alcanzar esos conocimientos estructurando, organizando y adquiriendo información para la biblioteca.
- Trabajó honorariamente persiguiendo sus ideales.
- Nada del conocimiento humano nos debe ser ajeno, tampoco debemos dejar de aprender y comprobar nuestras teorías con las obras que ideemos.

¿Qué es AIU?

La AIU es una asociación civil con finalidad gremial fundada el 12 de octubre de 1905, con personería jurídica reconocida por Resolución del Poder Ejecutivo de fecha 28 de julio de 1922.

¿Qué hacemos como asociación?

Fortalecemos permanentemente la institución para beneficio de sus asociados, de la profesión en general y de la sociedad. Promovemos la comunicación y el intercambio técnico y de experiencias entre asociados. Nos relacionamos con instituciones nacionales y extranjeras.

¿Qué buscamos?

Ser reconocidos como una institución referente de la ingeniería nacional y contribuir mediante su superación al desarrollo de la ingeniería del país, al progreso y bienestar social y a la dignificación profesional.

Asociación de Ingenieros del Uruguay

Cuareim 1492
(+598) 2900 8951
aiu@vera.com.uy
www.aiu.org.uy

Gestión innovadora: mantenimiento predictivo de transformadores





Autora:
Ing. Lucía Addiego

La innovación como parte de la estrategia

Los avances tecnológicos en el sector de energía, se han producido de forma permanente desde su origen. No obstante, en los últimos años, dichos cambios han incrementado sustancialmente su velocidad. Al día de hoy, resulta fundamental promover iniciativas innovadoras en pro de las nuevas tendencias globales.

Es así que la innovación corporativa dejó de ser una alternativa para convertirse definitivamente en un factor clave de éxito. En tal sentido, ya no depende de la visión y empeño de sus líderes, sino, además de impulsarla y ponerla en práctica de manera articulada por parte de todos aquellos que forman parte, tanto dentro como fuera de la empresa.

En el año 2018, Ingener incorporó el proceso de la gestión de la innovación dentro de su sistema. Actualmente, se trabaja activamente en varios proyectos involucrando a recursos internos así como también articulando ámbitos de co-creación con otras instituciones y clientes.

Ingener es una empresa experta en ingeniería, orientada a sectores de la energía y la industria. Pone a disposición de sus clientes todos los servicios propios de contratos tipo EPC (Engineering, Procurement & Construction), así como también O&M (Operations and Maintenance). Dicha experiencia le otorga una visión integral de los proyectos; y permite el acompañamiento desde el diseño y la ejecución hasta su puesta en funcionamiento y posterior operación.

En etapa operativa, el negocio del cliente requiere que el suministro de energía eléctrica no se vea interrumpido. Una solución que anticipe eventuales inconvenientes se torna una propuesta de valor altamente relevante. Los transformadores desempeñan un papel muy importante en la entrega de energía al consumidor final, en lo que refiere a los costos y criticidad del servicio, tanto sea en parques generadores, plantas industriales, o cualquier otro sector de actividad que disponga de una subestación con transformadores. Por lo cual, es clave que la estrategia de mantenimiento apunte a maximizar el nivel de confiabilidad y una vida útil óptima para los equipos.



Desde su creación en 1998, Ingener ha trabajado en el mantenimiento de transformadores de potencia, acumulando una importante experiencia en Uruguay y en la región. La empresa desarrolló en 2020, con la colaboración de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) y en conjunto con los ingenieros y expertos Álvaro Portillo y Federico Portillo, una herramienta innovadora de mantenimiento predictivo de transformadores de potencia: Transformer Maintenance Diagnosis (TMD), alineados a la revolución 4.0 de la industria y a través de la gestión inteligente de datos. La misma se nutre de datos empíricos y funciona basado en un modelo especialmente diseñado, contribuyendo a la toma de decisiones asertivas y oportunas.

Armando el puzzle

El proyecto consistió en crear una herramienta tecnológica de mantenimiento predictivo de transformadores de potencia para agregar valor y complementar los servicios ofrecidos actualmente, fundamentando los diagnósticos y predicción de fallas en estadísticas y en análisis numéricos de toda la información recabada en la trayectoria de la empresa. El análisis predictivo busca adelantarse a posibles fallas; optimizar tareas de mantenimiento preventivo y programado; mejorar la eficiencia en la utilización de recursos.

El desafío global de este proyecto era crear una plataforma que permitiera almacenar, administrar, visualizar y procesar todas las actividades de mantenimiento de una población de transformadores, de modo de poder emitir un diagnóstico sobre el estado de los transformadores partiendo de los resultados de los ensayos, estadísticas y tendencias; y con ello definir para cada uno el plan de mantenimiento más adecuado a ejecutar. El principal desafío técnico era lograr un modelo que permitiera realizar el diagnóstico de un equipo con la mayor certeza posible y aplicable a la mayor cantidad de casos posibles, ya que muchos de los modelos existentes en la actualidad no son capaces de dar diagnóstico en todos los casos y condiciones, obteniendo bajo algunas circunstancias resultados no coherentes o dudosos; y en consecuencia, falta de validez en las medidas a tomar sobre el activo.

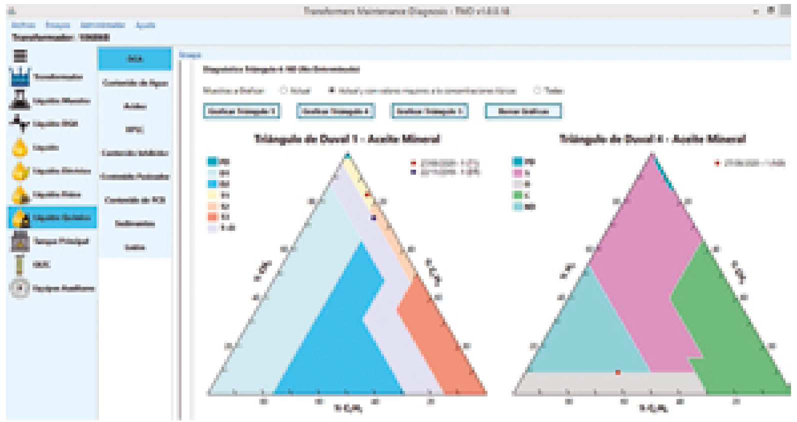
TMD brinda un estado de situación o diagnóstico que es técnicamente i) robusto, ya que cubre una amplia gama de variables de control; ii) confiable, lo que surge a partir del aval de estándares internacionales y el know-how de la empresa; y iii) sistematizado, manteniendo un criterio de procesamiento y presentación coherente. TMD contribuye en un mantenimiento de transformadores más adecuado, mediante una predicción asertiva de su comportamiento futuro, así como una prescripción más eficaz de las medidas a tomar en consecuencia.

El software tiene como entradas los siguientes datos del transformador: cliente, lugar de instalación, fabricante/fábrica, número de serie, año de fabricación, año de puesta en servicio, potencia (kVA), clase de aislación (kV), grupo de conexión, fases (monofásico/trifásico), tipo de aplicación, características de instalación, tipo de líquido del transformador, tipo OLTC si corresponde, si tiene DETC, preservación del líquido del transformador, volumen del líquido del transformador (l), tipo de papel de los conductores (Kraft común, termoestabilizado, nomex, etc), grado de polimerización inicial, entre otros.

Además, también se ingresan los ensayos de mantenimiento. Por un lado, ensayos físicoquímicos del líquido aislante (rigidez dieléctrica, acidez o número de neutralización, tensión interfacial, contenido de humedad, factor de potencia, contenido de inhibidor, azufre corrosivo, contenido de pasivador); análisis de gases disueltos en el líquido aislante; contenido de componentes furánicos disueltos en el líquido aislante; contenido de etanol y metanol disueltos en el líquido aislante. Por otro lado, ensayos eléctricos: resistencia de los devanados, relación de transformación, resistencia del aislamiento, capacitancia/tangente delta, corriente de excitación.

El proceso interno en I+D consistió en el desarrollo de los algoritmos de un modelo matemático que permita realizar el diagnóstico del estado de cada transformador en función de las entradas anteriormente mencionadas, el cálculo de percentiles, la generación de gráficos con los resultados y las tendencias en su comportamiento. El modelo se soporta en reconocidas normas internacionales como ser IEC, ANSI, IEEE, grupos técnicos CIGRE; métodos de diagnóstico para análisis del estado del líquido aislante como ser Triángulo de Duval, Pentágono de Duval, Rogers, Doernenburg, IEC60599; y en la experiencia y estadísticas recopiladas en los más de veinte años de Ingener en el mantenimiento y diagnóstico de transformadores. Se utilizó información proveniente de más de 230 transformadores y más de 700 análisis de aceite. El modelo logra integrar - “armar el puzzle” - de experiencia y datos empíricos, normativa internacional y algoritmos matemáticos de forma de crear una herramienta capaz de generar el diagnóstico predictivo “output” esperado.

El usuario puede seleccionar los criterios de evaluación de preferencia de acuerdo a la normativa requerida o puede optar por obtener los resultados para las distintas normas a efectos de comparar y confirmar los diagnósticos, pudiendo luego emitir reportes y visualizar gráficos y diagnósticos para el o los criterios elegidos. Asimismo, puede seleccionar el valor de percentil a visualizar.



Sumado a su principal función de emitir diagnósticos, el TMD recopila los históricos de todos los transformadores ingresados, de forma unificada y con la posibilidad de analizar y procesar la información filtrando convenientemente los datos de interés: por ejemplo, por tipo de transformador, por tipo de instalación, por cliente, por fabricante. Esto permite el reconocimiento de patrones de comportamiento en equipos pertenecientes a distintas instalaciones pero que comparten algún aspecto o característica en común. Una aplicación de lo anterior podría ser la predicción de fallas por un vicio de fabricación de una serie o anticiparse a la llegada del fin de la vida útil; así como el cambio preventivo de piezas frente a condiciones de operación o ambientales particulares.

Apostando por el desarrollo nacional

A partir del relevamiento del estado del arte en la temática, el producto obtenido como propuesta de valor no está presente en el país y la región. A nivel mundial, hay opciones que cuentan con licencias solo por transformador, no cubren la totalidad de los ensayos y por lo tanto no satisfacen de forma integral la problemática existente en el mercado, además de ser muy costosas.

En tal sentido, este servicio integra conocimiento y experiencia acumulada a lo largo de muchos años de implementar procesos de mantenimiento de muy diverso tipo junto a la normativa internacional. A su vez, se procura envolver dicha capacidad en un modelo de negocio basado en una propuesta tecnológica más amigable y ágil para el cliente que redunda en su beneficio operativo y económico.

La herramienta representa un paso muy importante para poder sintetizar el conocimiento y experiencia que dispone la empresa, así como adicionar capacidades complementarias con el fin de contribuir a generar una solución tecnológica de alto valor agregado a segmentos de clientes actuales y potenciales tanto a nivel local como regional.

Desde Ingener, alentamos a las empresas a apostar al desarrollo e implementación de soluciones innovadoras, así como también fomentar ambientes colaborativos y de co-creación, convencidos de que debemos establecer lazos entre los diferentes actores del ecosistema para que estos procesos funcionen y sean sostenibles.

INGENER, nacida en 1998, como una prestadora de servicios de O&M (operación y mantenimiento) de instalaciones electromecánicas, en sus primeros 20 años de vida se ha consolidado como líder en el mercado uruguayo en el diseño y construcción de proyectos infraestructura de energía e industriales, con proyección regional. Con operaciones en Uruguay, Argentina y Bolivia, Ingener ha participado en más de 550 MW de proyectos eólicos, 80 MWp de proyectos solares fotovoltaicos, 600 MW de centrales de generación térmicas y más de 25 subestaciones en alta tensión; en donde ejecuta contratos EPC (Engineering, Procurement and Construction), resolviendo las obras de interconexión eléctrica a la red, infraestructura electromecánica, obras civiles, montaje, puesta en marcha y servicio de O&M para garantizar la disponibilidad de las instalaciones durante su operación comercial.

Ingener

INGENER S.A.
www.ingener.com
contacto@ingener.com

ING. LUCÍA ADDIEGO
Gerente de Servicios
laddiego@ingener.com

Becas para la formación de ingenieros para un mayor desarrollo del país



Foto Entrega Beca Martha Peluffo

La Fundación Julio Ricaldoni (FJR) cuenta con un programa de becas a través del cual se busca incentivar el egreso de los estudiantes de Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (Fing-Udelar).

El primer subsidio fue otorgado en 2015 cuando la familia de la ingeniera Martha Peluffo Etchebarne, la primera ingeniera reconocida con la medalla de oro de Fing, decidió otorgar una beca para que una estudiante mujer de la Facultad, que estuviera por recibirse, pudiera disfrutar de la etapa final de su carrera sin tener la presión de trabajar.

La iniciativa tuvo tres ediciones, una de las cuales contó con el aporte de UTE.

A la beca Martha Peluffo Etchebarne le siguió, en 2017, la Beca a la dedicación y al mérito académico en informática, la que surgió a iniciativa de la startup en tecnología Tryolabs.

La empresa uruguaya con alcance internacional propuso colaborar para que jóvenes que recién comenzaran la carrera de Ingeniería en Computación en Fing, no abandonaran sus estudios o no extendieran su egreso por dedicar muchas horas al trabajo.

El primer beneficiario recibió dinero durante un año, una computadora personal y, lo más importante, fue que desde Tryolabs se pusieron a su disposición para brindarle asesoramiento, capacitación o apoyo académico.

La segunda edición de esta beca contó con el apoyo de las startups nacionales CodigodelSur, Moove It, Tryolabs y Digital Forces, lo que permitió becar a dos estudiantes. En tanto que la edición 2021 se realizó con el apoyo de las tres primeras.

La integración de distintas empresas sumó posibilidades para la vinculación de los jóvenes con el mercado de trabajo. Éste es uno de los puntos más valorados por los ganadores, ya que representa una forma de empezar a conocer algunas de las actividades que podrán desarrollar a futuro.

Julieta López, directora ejecutiva de la FJR, destacó que esta vinculación del estudiante con las empresas sumada al apoyo económico y a la computadora constituye “una gran ayuda” para los ganadores.

Múltiples apoyos

Además, en el marco del Fondo de Fomento a las Ingenierías, la FJR ha gestionado otras becas a estudiantes del tramo final de la carrera.

Este proyecto, -del que participan las facultades de ingeniería de Udelar, UCU, ORT y UM-, es financiado por ANII. Su objetivo es incrementar la cantidad de graduados de las carreras de ingeniería, así como también aumentar el vínculo entre la Universidad y el sector productivo y de servicios.

Estas iniciativas se suman a otros programas de apoyo que tiene Udelar como por ejemplo, las becas de Bienestar Universitario.

Otra modalidad de colaborar con estudiantes que cursan la Facultad es a través de la Red Alumni, constituida por exalumnos de FING. “Es una linda forma de devolver a la Facultad todo lo recibido durante la carrera”, expresó López.

Finalmente, la ingeniera invitó a todas las personas y empresas interesadas en apoyar la formación de estudiantes de Facultad de Ingeniería a acercarse a la FJR para sumarse al Programa de Becas de la Fundación Ricaldoni.

Contactate con la FJR
www.ricaldoni.org.uy / info@ricaldoni.org.uy

Seguinos en las redes sociales:

FundRicaldoni

FundRicaldoni

FundRicaldoni



Franco Lepratti es uno de los ganadores de las Becas 2021 a la dedicación y al mérito académico en informática. Es de Colonia Valdense y ha participado en actividades académicas previas que lo llevaron a interesarse por computación.

A sus 19 años manifiesta tener muy claros sus objetivos. Y sostiene que, si en algún momento no estuvo seguro de querer hacer Ingeniería en Computación, luego de cursar el primer semestre se fue entusiasmando cada vez más y creando proyectos en base a la carrera. “Tengo veinte mil ideas en la cabeza”, resumió con entusiasmo.



Magdalena Irurtia fue la ganadora de la última edición de la Beca Martha Peluffo. Nació en Carmelo y en 2021 se recibió de Ingeniera Mecánica en la Facultad de Ingeniería. En 2019, cuando le anunciaron que había sido seleccionada, además de sentir alegría pensó que el esfuerzo por tanto estudio empezaba a “dar sus frutos”.

Su vocación por la ingeniería nació en el liceo. Manifestó que eligió la carrera porque se siente apasionada por “brindar soluciones a problemas aplicables a la vida cotidiana”. Cuando asistió con sus compañeros de liceo a una charla informativa en la Facultad de Ingeniería, confirmó que quería ser ingeniera industrial mecánica.



Agustín de León tiene 19 años, y ganó una de las Becas 2021 a la dedicación y al mérito académico en informática. Vive en Los Arenales, una zona rural cercana a Migues. Alumno de escuela rural y del liceo de Migues ha formado parte de diferentes programas de robótica y programación del Plan Ceibal. En 2019 compitió en Estados Unidos y en Emiratos Árabes Unidos en mundiales de robótica. En su opinión, su perseverancia lo llevó a ser uno de los dos ganadores de la beca 2021. “Siempre dedico el máximo esfuerzo y trato de meterme en la mayor cantidad de proyectos que sumen alguna posibilidad de mejorar mi futuro y aumentar mi conocimiento”, resumió.

80 años de la Agrupación Universitaria del Uruguay



Libro de actas de la "Agrupación Universitaria"

Acta de Fundación

En Montevideo, y en la sede del "Club Médico del Uruguay - Centro de Odontología del Uruguay", sito en la Av. 18 de Julio 1490, a los diez y siete días del mes de junio de mil novecientos cuarenta y uno, los abajo firmados, invistiendo la representación oficial de las Instituciones Profesionales - que también se especifican - y cuyos poderes presentan, acuerdan, por unanimidad, constituir la "Agrupación Universitaria" (A.U.), cuyo primer Consejo Directivo se integra con los Delegados de las nueve profesiones representadas, disponiéndose que el Gobierno Central, sea ejercido por el Dr. Carlos Stajano, como Presidente, y el Ing. Agr. Roberto I. Urta, como Secretario.

Presidente.

Secretario.

Constancia de los Delegados

Por la "Asociación Nacional de Contadores y Peritos Mercantiles" su Delegado suplente: Cr. [illegible] Tarallo.

Por la "Asociación de Ingenieros del Uruguay" su Delegado Presidente: Ing. Cayetano Carcavallo.

Por la "Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay" su Delegado Presidente: Ing. Agr. Roberto I. Urta.

Por la "Asociación de Química y Farmacia del Uruguay" su Delegado Presidente: Quím. Farm. [illegible]

Por el "Centro de Odontología del Uruguay" su Delegado Presidente: Dr. José [illegible]

Por el "Club Médico del Uruguay" su Delegado: Dr. Carlos V. Stajano

Por el "Colegio de Abogados del Uruguay" su Delegado Presidente: Dr. José Irureta Goyena.

Por la "Sociedad de Arquitectos del Uruguay" su Delegado Presidente: Arq. Carlos Herrera MacLean.

Por la "Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay" su Delegado suplente: Dr. Guillermo P. Lockhart.



Autores:
Dr. Vet. Hugo Daniel Alza Mernies;
Ing. Civil Miguel Fierro Martinez

La Agrupación Universitaria del Uruguay, es una organización de segundo grado, que integra a gremiales y organizaciones de profesionales de primer grado. Nació como respuesta a la inquietud de contar con una organización que coordinara y representara de manera legítima los intereses y reivindicaciones de un colectivo universitario creciente y con características propias dentro de la sociedad.

Fue fundada el 1 de octubre de 1941 y se rige por los estatutos reformados por Asamblea General Ordinaria celebrada el 11 de noviembre de 2015, reconocidos y ratificada la Personería Jurídica por el Ministerio de Educación y Cultura por resolución número 0414/2020 del 1 de junio de 2020.

Las nueve Entidades fundadoras fueron: Colegio de Abogados del Uruguay, Asociación de Ingenieros Agrónomos, Sociedad de Arquitectos del Uruguay, Asociación Nacional de Contadores y Peritos Mercantiles, Asociación de Ingenieros del Uruguay, Club Médico del Uruguay, Centro de Odontología del Uruguay, Asociación de Química y Farmacia del Uruguay, Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay.

Este año se cumplen los 80 años desde su constitución y está integrada por 15 organizaciones, dentro de las cuales están: Asociación de Agrimensores del Uruguay, Sociedad de Arquitectos del Uruguay, Asociación de Asistentes Sociales del Uruguay, Asociación de Bibliotecólogos del Uruguay, Asociación de Dietistas y Nutricionistas del Uruguay, Asociación de Licenciados en Geología del Uruguay, Asociación de Ingenieros del Uruguay, Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay, Asociación de Ingenieros Químicos del Uruguay, Sociedad de Medicina Veterinaria del Uruguay, Coordinadora de Psicólogos del Uruguay, Colegio de Traductores Públicos del Uruguay, Asociación de Química y Farmacia del Uruguay, Asociación de Ingenieros Alimentarios del Uruguay y Asociación de Nurses del Uruguay.

Los órganos de gobierno de la Agrupación Universitaria del Uruguay son:
a) Asamblea General;
b) Consejo Directivo;
c) Mesa Ejecutiva.

La representación legal es ejercida por el Consejo Directivo, por intermedio del presidente y secretario, quienes deben actuar en forma conjunta, sin perjuicio del otorgamiento de mandatos especiales; siendo la Asamblea General, el órgano soberano.

El Consejo Directivo de la Agrupación Universitaria del Uruguay está integrado por el presidente y por un delegado titular designado por cada una de sus entidades miembros y su respectivo suplente.

Los cargos de presidente, vicepresidente del Consejo Directivo se eligen en oportunidad de la Asamblea General Ordinaria, mediante voto ponderado y secreto. El resto de los cargos (Secretario General, Secretario de Prensa y Tesorero), son designados del seno de dicho órgano.

Los fines de la Institución son muy variados, encontrándose los mismos indicados en el artículo Nro. 3 del estatuto, donde entre otros se destacan: propiciar vínculos de amistad y colaboración entre las entidades de profesionales, asegurar las condiciones para una actividad profesional de calidad en beneficio de los profesionales, de los usuarios y de la sociedad en su conjunto, facilitar la organización de Asociaciones profesionales, promover la colegiación profesional entre sus miembros, defender los intereses comunes de las profesiones representadas por sus miembros, fomentar toda actividad de innovación por ser los profesionales universitarios depositarios de los conocimientos científicos, contribuir al desarrollo de la sociedad, entre otros.

El tener un ámbito de intercambio, discusión y opinión con diversas miradas y ópticas de colectivos profesionales, sin duda es un elemento valioso, que reporta resultados positivos, a la hora de realizar aportes constructivos para las gremiales miembro.

Asesorar tanto al Poder Ejecutivo o Legislativo, cada vez que estos nos convocan, para opinar sobre determinados problemas o cambios de normativas en el País; participar en la discusión a nivel Nacional e internacional sobre el mercado de trabajo para profesionales, la movilidad de los mismos dentro del Mercosur y fuera de este, han sido aspectos de intercambio fluido con nuestro Ministerio de Relaciones Exteriores.

Como todo colectivo, tenemos desafíos. Promover para mejorar la participación de más colectivos, así como facilitar membresías para que más gremios accedan a nuestra gremial, es sin duda una tarea permanente en manos de las autoridades de AUDU.

Del mismo modo el lograr integrar a más profesionales que, representando a sus organizaciones, trabajen en comisiones por temas específicos transversales a las mismas.

Hoy en día, los temas que acaparan el accionar del Consejo Directivo es variado, destacándose:

- Colegiación – Comisión que trata la historia de las propuestas de AUDU en diferentes etapas y seguimiento de casos específicos ya aprobados y/o en proceso de aprobación. Como antecedente se cuenta con el Anteproyecto de Ley de Colegiación aprobado en la Asamblea Extraordinaria del 3 de mayo de 2007 y actualizado en la Comisión de Colegiación del 21 de abril de 2015, aprobado por el Consejo Directivo de AUDU con fecha 20 de mayo de 2015, acta N°1.757., el mismo consta de 30 artículos, distribuidos en varias secciones.

- Previsión Social- Grupo de trabajo que realiza el seguimiento de los temas de Seguridad Social en la CJPPU, apoya con sus aportes el accionar de nuestro delegado en el Directorio de la CJPPU y aporta ideas al Consejo Directivo. Se trabajó durante los tres últimos años aportando ideas en la Comisión de Marco Legal de la Caja de Jubilaciones y Pensiones de Profesionales Universitarios (CJPPU). El trabajo finalizó con la aprobación de un borrador de anteproyecto para realizar cambios en la ley marco de la CJPPU.

- Fondo de Solidaridad- La AUDU, por ley Nro. 16.524, del 20 de julio de 1994, participa en la Comisión Honoraria Administradora del FDS. Por otro lado, la comisión realiza aportes de cambios y ajustes que una vez consensuados se presentan al Poder Ejecutivo y Legislativo para propiciar la mejora del mismo. Esta comisión apoya a nuestro delegado en la CHAFDS y se reúne en forma bimensual.

Los temas que se abordan en dicha comisión son los inherentes a la gestión administrativa financiera, el apoyo al becario – programas especiales-, ajustes por la pandemia de COVID 19, mejoras en la comunicación de los aportantes entre otros.



- Gestión Financiera y Gastos – El tesorero de la Institución realiza un seguimiento de la gestión con el apoyo de un Contador tercerizado y junto al Presidente de la Institución gestionan las inversiones y los gastos, informando en forma permanente al Consejo Directivo.

- INIA – Consejo Coordinador de Tecnología Agropecuaria. Se participa con un delegado en el Consejo indicado, que discute y aporta a los fines del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria.

- Plan Estratégico. Este año, por primera vez y de acuerdo a lo indicado en el estatuto vigente, los presidentes de las gremiales miembro intercambiaron ideas para trabajar en el próximo período desde el 16 de junio de 2021 al 15 de junio de 2024. Se elaboró una lista de temas en los cuales AUDU debería participar y se le otorga mandato a las futuras autoridades electas en las próximas elecciones para que las lleven adelante. El Plan es ambicioso, pero lleva el apoyo de los 15 gremiales.

Más allá de los temas que hemos mencionado, cada gremial tiene la potestad de plantear los que a su criterio entienda necesario y conveniente.

AUDU es un ámbito de permanente construcción colectiva, y ese es el espíritu que prima en el trabajo diario.

La Asociación de Ingenieros del Uruguay es una de las entidades fundadoras de AUDU, el Ing. Cayetano Carcavallo formó parte del primer Consejo Directivo de la Institución.

A lo largo de la historia solo el ingeniero Raul Boado ocupó la presidencia de AUDU en el periodo 2008-2010, el ingeniero Miguel Fierro fue recientemente electo como presidente para el periodo 2021- 2024.
Ha participado con valiosos aportes para el resto de las instituciones miembro y sobre todo aportando una visión crítica y constructiva. Esperamos poder continuar trabajando por el beneficio de los profesionales y de la sociedad en forma conjunta.

Las habilidades blandas, su enseñanza y la práctica profesional en ingeniería de software



Imagen: Pexels.com



Autores:
Dr. Gerardo Matturro, Dr. Martín Solari

El desarrollo de software es una actividad altamente técnica que requiere personas capaces de realizar diversas funciones en proyectos de software, y con conocimientos y experiencia en diversas metodologías, herramientas y técnicas.

Las empresas de software, cuando forman equipos de proyectos o cuando contratan nuevos profesionales, a menudo tienden a enfatizar el conocimiento y las habilidades técnicas de los posibles candidatos [1]. Sin embargo, cuando las personas trabajan juntas en un proyecto de software, también se necesitan otras habilidades y capacidades relacionadas con la realización de actividades tales como comunicarse e interactuar con otros miembros del equipo y con los interesados en el proyecto, administrar el tiempo, presentar el avance del proyecto, negociar con el cliente, resolver problemas y tomar decisiones, entre otras.

Este tipo de habilidades se conocen como "habilidades blandas" o "habilidades no técnicas", y pueden definirse como la combinación de destrezas, actitudes, y hábitos que permiten a las personas desempeñarse mejor en el lugar de trabajo, complementando las habilidades técnicas necesarias para hacer su trabajo, e influyendo en la forma en que se comportan e interactúan con los demás [2], [3], [4].

Habilidades blandas en educación superior

Capretz y Ahmed afirman que en la actualidad muy pocos cursos en los programas de estudio de ingeniería de software tocan los temas del trabajo en equipo y la evaluación de las habilidades blandas [5]. Según estos autores, incluso es difícil encontrar una universidad que tenga un curso completo sobre los aspectos humanos de la ingeniería de software, y consideran que es desafortunado que las habilidades blandas están lejos de ser parte de la educación de ingeniería de software convencional.

Jones Morel y Griffiths, por su parte, afirman que, si bien un grado universitario tal como una Licenciatura o una Ingeniería, se considera un paso necesario para el progreso profesional, hay una brecha creciente entre lo que necesitan las organizaciones y las habilidades y destrezas que realmente proporciona una de esas carreras. A medida que se automatizan más habilidades técnicas, los empleadores les dan mayor importancia a las habilidades interpersonales y de equipo de los graduados universitarios que contratan. Esta brecha entre lo que quieren las empresas y lo que ofrecen las universidades ha crecido a medida que el lugar de trabajo se vuelve cada vez más digital, global y ocupado por la generación de los millenials [6].

Zurita y colegas afirman que en la actualidad existe una necesidad cada vez mayor de que los estudiantes desarrollen no solo competencias técnicas, sino también las llamadas "habilidades blandas" para realizar actividades profesionales de manera efectiva y eficiente en un mundo globalizado [7]. Radermacher y Walia han presentado un estudio realizado para determinar en qué áreas los estudiantes que se gradúan con mayor frecuencia no alcanzan las expectativas de la industria o el mundo académico. Una de esas áreas es, precisamente, la de las habilidades blandas, entre las que destacan la comunicación oral y escrita, el trabajo en equipo, la resolución de problemas, el pensamiento crítico, la ética y el liderazgo como ejemplos de este tipo de habilidades [8].

Habilidades blandas y "empleabilidad"

Este tipo de habilidades son relevantes para otro aspecto de importancia para los futuros graduados y refiere a lo que se denomina "empleabilidad". Hillage y Pollar definen el concepto de empleabilidad como una construcción multidimensional que incluye: la capacidad de asegurar el primer empleo; la capacidad de un individuo para transferir posiciones entre el mismo empleador; y la capacidad de asegurar el empleo de una nueva organización [9].

En un estudio presentado por Finch y colegas con respecto a los factores que influyen en la empleabilidad de los nuevos graduados, encontraron que de los 17 factores de empleabilidad individuales medidos, cinco de los seis factores mejor clasificados pertenecían a la categoría de habilidades blandas. Además, sus hallazgos ilustran que, al contratar a nuevos graduados, los empleadores le dan mayor importancia a las habilidades blandas y menos importancia a la reputación académica [10].

Por este motivo, en opinión de Rao, debe haber una coordinación efectiva entre la academia, los estudiantes, la industria y los directores de las instituciones educativas para mejorar este tipo de habilidades entre los estudiantes [11], habilidades que en su opinión mejoran la empleabilidad de los profesionales.

Adquisición y desarrollo de las habilidades blandas

Según sostiene Clarkson, las habilidades blandas son como cualquier otra habilidad, y considera que, si bien se pueden enseñar las técnicas, son los propios individuos quienes deben aprender la habilidad por sí mismos; deben desarrollar familiaridad con las técnicas, y deben adaptar su propio comportamiento para dar respuestas apropiadas a situaciones nuevas [12].

Bajo esta consideración, uno de los desafíos es elegir el método de enseñanza o formación adecuado que le brinde al individuo la oportunidad de desarrollar las nuevas habilidades, dentro de un contexto lo suficientemente cercano al trabajo que desempeñará en el mercado laboral. Así Dell'Aquila y colegas proponen una serie de ejemplos de enfoques novedosos para la enseñanza de habilidades blandas, en los que presentan y discuten varias experiencias concretas de juegos educativos y herramientas de capacitación aplicadas a una variedad de habilidades blandas, como negociación, toma de decisiones, liderazgo y resolución de problemas [13].

Habilidades blandas en "cualquier ingeniería"

Un estudio reciente [14] sobre las habilidades blandas en ingeniería de software identificó treinta categorías de habilidades más valoradas para la práctica profesional y posiciona las siguientes cinco como las más mencionadas en la literatura técnica sobre la temática: comunicación, trabajo en equipo, pensamiento analítico, organización y planificación, y habilidades interpersonales.

La literatura revisada muestra que no hay una definición específica para cada una de estas habilidades. Algunas definiciones tomadas de la literatura revisada para el estudio mencionado arriba son las siguientes:

- Comunicación: Capacidad para comunicarse de forma oral y escrita de forma sencilla, concisa, inequívoca y de fácil comprensión. Capacidad de transmitir información de manera que sea bien recibida y entendida.
- Trabajo en equipo: Capacidad de una persona que es buena para trabajar en estrecha colaboración con otras personas. Capacidad de trabajar eficazmente en un entorno de equipo y contribuir al objetivo deseado. Capacidad de cooperar con otros compañeros de equipo durante el trabajo en equipo.
- Pensamiento analítico: Capacidad de comprender y explicar cada parte de un todo, para conocer mejor la naturaleza, funciones, causas, entre otros. Capacidad de dividir una situación en sus componentes, reconocer lo que se debe hacer y planificar un curso de acción adecuado paso a paso. Capacidad para pensar lógicamente, analizar y resolver problemas.
- Organización y planificación: Capacidad de ordenar, priorizar y controlar la ejecución de sus tareas de acuerdo con el plan y los recursos bajo su responsabilidad. Capacidad de una persona para evaluar y priorizar tareas y asegurarse de que se completen de manera oportuna. Capacidad de hacer que las personas trabajen de manera eficiente.
- Habilidades interpersonales: Capacidad de una persona para comportarse de manera que aumente la probabilidad de lograr los resultados deseados. Capacidad de tratar con otras personas a través de la comunicación y las interacciones sociales en condiciones favorables y desfavorables.

Si bien el estudio mencionado anteriormente refiere a las habilidades más valoradas para la práctica de la ingeniería de software, es bueno notar que las descripciones de las habilidades reseñadas no hacen ninguna referencia a ingeniería de software en particular, ni a ninguna "ingeniería" en general.

Existe un consenso en cuanto a que el capital humano y la cultura organizacional son los elementos claves para la innovación en el sector productivo. Las habilidades blandas son transversales a todas las disciplinas y permiten lograr una alta eficacia en los profesionales en las organizaciones basadas en el conocimiento y orientadas a la calidad. La formación de profesionales debe considerar contextos de enseñanza-aprendizaje que promuevan el desarrollo de estas habilidades en forma integrada con las habilidades técnicas.

Un estudio a nivel latinoamericano llevado a cabo por los autores buscó conocer el estado actual de la enseñanza de habilidades blandas en carreras de grado universitario relativas a ingeniería y desarrollo de software en universidades e instituciones de educación superior en América Latina [15]. Este estudio se basó en una encuesta que se envió a directores, coordinadores o responsables académicos de 115 carreras de grado universitario en ingeniería o licenciatura en ingeniería de software, informática,

computación, sistemas o sistemas de información de 85 Universidades pertenecientes a 15 países de América Latina.

Uno de los resultados relevantes de este estudio es que hay opinión favorable de los responsables académicos de las carreras relevadas en cuanto a la importancia de la enseñanza y el desarrollo de las habilidades blandas en los estudiantes de grado, y de incluir el tema en los planes de estudios de las carreras. Para esto, la opinión mayoritaria de los respondientes es que la forma más adecuada para hacerlo es mediante la combinación de cursos específicos sobre determinadas habilidades blandas junto con la incorporación de su enseñanza y desarrollo en cursos de otras asignaturas de las carreras.

Un área novedosa en la que los autores tienen interés en abordar refiere a profundizar el estudio de las habilidades blandas en el ámbito específico de los emprendimientos tecnológicos de software. Un estudio inicial en este sector ha mostrado que existe una clara tendencia a destacar la relevancia de las habilidades blandas en un contexto de emprendimientos porque: a) algunas habilidades blandas no son fáciles de adquirir pues se constituyen como una combinación de componentes emocionales, conductuales y cognitivos que forman parte de la personalidad de cada individuo, b) los conocimientos técnicos son “contratables”, mientras que no todas las habilidades blandas lo son (por ejemplo, no se puede contratar resiliencia), y c) hay ciertas habilidades que hacen a la personalidad emprendedora que si no se tienen, no conducen a comenzar un emprendimiento (por ejemplo, motivación, perseverancia) [16].

Referencias

1. Observatorio TI Cámara Uruguaya de Tecnología de la Información, Monitor Laboral TI: Demanda de talento e industria TIC (online) https://observatorioti.cuti.org.uy/mirador/monitor-laboral-ti-demanda-de-talento-e-industria-tic/, 2021.
2. Ramesh, G. y Ramesh, M., The ACE of soft skills. Attitude, communication, and etiquette for success. New Delhi: Dorling Kindersley, 2010.
3. Verma, S., Soft skills for the BPO sector. New Delhi: Dorling Kindersley, 2009.
4. Klaus, P., The hard truth about soft skills. Workplace lessons smart people wish they had learned sooner. Harper Collins, 2008.
5. Capretz L. F. y Ahmed, F., A Call to Promote Soft Skills in Software Engineering, Psychology and Cognitive Sciences, Vol. 4, Nro. 1, 2018.
6. Jones Morel, N. y Griffiths, B., Redefining Competency Based Education: Competence for Life. New York: NY: Business Expert Press, 2018.
7. Zurita, G., Baloian, N., Pino, J., y Boghosian, M., Introducing a Collaborative Tool Sup-porting a Learning Activity Involving Creativity with Rotation of Group Members, Journal of Universal Computer Science, Vol. 22, Nro. 10, pp. 1360-1379, 2016.
8. Radermacher, A. y Walia, G., Gaps Between Industry Expectations and the Abilities of Graduates, Proceeding of the 44th ACM Technical Symposium on Computer Science Education (SIGCSE 2013), Denver, 2013, pp. 525-530.
9. Hillage, J. y Pollard, E., Developing a framework for policy analysis, Nro. 85. Institute for Employment Studies, UK Department of Education and Employment, 1998.
10. Finch, D., Hamilton, L., Baldwin, R., y Zehner, M., An exploratory study of factors affecting undergraduate employability, Education+Training, Vol. 55, Nro. 7, pp. 681-704, 2013.
11. Rao, M. S., Enhancing employability in engineering and management students through soft skills, Industrial and Commercial Training, Vol. 46, Nro. 1, pp. 42-48, 2014.
12. Clarson, M., Developing IT staff. A practical approach. London, Springer-Verlag, 2001.
13. Dell’Aquila, E., Marocco, D., Ponticorvo, M., di Ferdinando, A., Schembri, M., Miglino, O., Educational Games for Soft-Skills Training in Digital Environments, Switzerland, Springer, 2017.
14. Matturro, G., Raschetti, F., Fontán, C. Systematic Mapping Study on Soft Skills in Software Engineering, Journal of Universal Computer Science, Vol. 25, Nro. 1, pp 16-41, 2019.
15. Matturro, G., Solari, M., Soft skills in software engineering in higher education. An initial study of its state in Latin America, XXII Congreso Iberoamericano en Ingeniería de software (CIbSE 2019), La Habana, 2019.
16. Matturro, G., Solari, M., Buffa, A., Febles, D., Technical knowledge and soft skills in the founding teams of software startups, XXIII Congreso Iberoamericano en Ingeniería de software (CIbSE 2020), Curitiba, 2020.

PROGRAMA DE CERTIFICACIÓN Gerencia de proyectos de construcción

TOC Y CADENA CRÍTICA -CCPM



Imagen: Pexels.com



Autores:
Dr. Javier Arévalo Jiménez,
Ing. Matías Birrell Rodriguez,
Ing. Martin Repetto Alcorta,
Ing. Marcelo Defiori

Sucede que...

Es bastante común leer las noticias locales en nuestros países en América Latina sobre grandes proyectos de infraestructura atrasándose, y además necesitando mayor financiamiento.

¿Es acaso esto un fenómeno de los grandes proyectos o es más frecuente de lo que creemos?

70% de los proyectos se atrasan y más del 90% no cumple la triple restricción en forma simultánea

Las estadísticas de distintas fuentes demuestran que el problema de los proyectos y sus retrasos, los efectos en sobrecostos es una situación común y no parece importar el tamaño de los proyectos. Los proyectos de construcción medianos y pequeños, en su mayoría privados, también sufren a causa de tales retrasos e implicaciones de costos. A medida que incrementan las complicaciones para los contratistas, a modo de lección aprendida, estos no tienen más remedio que intentar inflar el costo y el programa para lidiar con los sobrecostos. Incluso después de recurrir a esta medida, los proyectos tienden a atrasarse y sobrepasar el presupuesto, y a veces sin producir las ganancias esperadas por el contratista. El problema es sistémico.Los atrasos y sobrecostos son síntomas, no la causa.



Otras multiples fuentes que corroboran esta realidad en nuestra región provienen de estudios y estadísticas como:

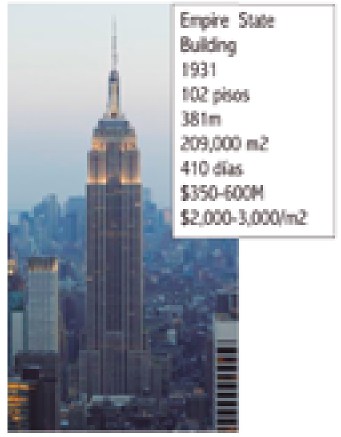
- El informe del CEEIC (Centro de Estudios Económicos de la Industria de la Construcción de la República Oriental del Uruguay) denominado La Productividad en la Industria de la Construcción, muestra como la productividad cayó un 30% en los últimos 25 años.
- La oficina de Proyectos de Capital e Infraestructura (CP&I, por sus siglas en inglés) de PwC México - “Hacia la optimización de Proyectos de Construcción”, establece, a partir de encuestas, que uno de cada tres proyectos cumple los objetivos y que el 60% de los proyectos tienen sobrecostos de hasta el 50%.
- Una encuesta sobre productividad que realizó la Escuela de Gestión de la Construcción de la Cámara Argentina de la Construcción en el año 2018 a profesionales de 90 empresas constructoras, determinó que más del 70% de los proyectos terminan fuera de plazo. Un 45 % de los encuestados admitió desvíos de costos de entre 10% y 30%, un 13% reconoció desvíos de entre 30% y 60% y un 1%, entre 60% y 80%.
- Distintos estudios de campo realizados en Colombia por Luis Botero Botero, en Chile por Luis F. Alarcón y en Argentina por la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Cuyo nos dicen que casi un tercio de la jornada laboral se desperdicia.

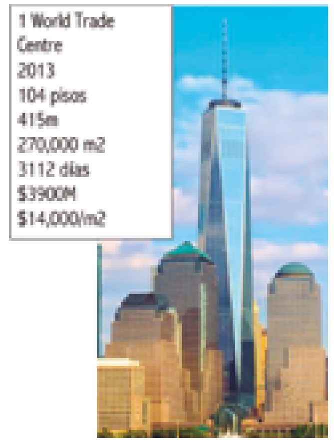
¿Vale la pena mejorar el desempeño de los proyectos?

Sin embargo en los últimos 40 años hemos experimentado en todas las áreas de la actividad humana el impacto de la tecnología y de las metodologías de mejoramiento continuo. Uno pensaría que esto debería redundar en ganancias en productividad, velocidad, potencia de cómputo y cálculo, etc. La industria de la construcción hubiese podido surfear esa ola y lograr mejoras sustanciales en su desempeño. Especialmente en los grandes proyectos de infraestructura. Pero esto no sólo no sucedió, sino que empeoró en términos de resultados. La pregunta es ¿por qué?



Para muestra un botón - Veamos un ejemplo relevante:





El problema es global, inherente a las características particulares de la industria y que son todos claros síntomas de un sistema enfermo. Ergo, la solución debe ser sistémica y provenir de un profundo cuestionamiento de los paradigmas más arraigados que seguimos utilizando en las prácticas convencionales y aún en las nuevas mejoras que la tecnología propone.

Imaginemos un “día ideal” en una obra de construcción, cuando aparece toda la mano de obra requerida, cuando los materiales están disponibles y arreglados, cuando los planos definitivos y las especificaciones están a la mano, cuando no hay cambios en las decisiones, cuando el equipo está listo y funcional, con todas las medidas de seguridad estudiadas y aplicadas, y el dios clima es favorable. En un día como este, todo se ejecuta con rapidez y todos ganan más dinero. Entonces, continuemos soñando. Imaginemos que este día puede repetirse cientos de veces en un proyecto de gran escala. Y de hecho se convierte en el modus operandi de nuestra ejecución.

¿Es esto siquiera posible? Evaluemos por qué esto sería tan difícil…

Construir requiere mano de obra, herramientas, planos, equipos, material, supervisión, y quienes se juntan diariamente a tomar decisiones y tener un día lo más productivo posible. Apenas falta alguno de los ítems requeridos, los atrasos y el incremento de los costos comienzan a aparecer.

Por ejemplo, tomemos un día en la obra donde está el equipo, está el material, llegan todos los subcontratistas, pero hay un cambio de último minuto en los planos y la esfera de acción planificada para ese día se reduce a sólo el 60%.

Si estas instancias ocurren a menudo por distintas razones, los subcontratistas disminuirán sus cuadrillas ajustándose a este 60%, enlenteciendo así el trabajo. Como consecuencia, todos los demás contratistas verán este efecto y se ajustarán en la misma medida. Todos se desaceleran. La reacción natural será que todos se acomoden al motor más lento. Sería bueno considerar cuánto “amortiguador” está considerado en los estimados de costo y programación porque creemos que no podemos acercarnos a más “días ideales”.



¿Cómo conseguimos más “días ideales”?

Muchas herramientas y software del mercado dicen poder resolver este problema. La movida ha sido destinada hacia la automatización e integración. Mientras que las herramientas son útiles, estas no resolverán el problema a menos que la filosofía detrás de ellas sea robusta. Es aquí donde radica la base de nuestra propuesta para transformar el mundo de la planeación, diseño, ejecución y gerencia de los proyectos de construcción e infraestructuras. La pieza fundamental de ruptura proviene de aplicar los principios y herramientas de la Teoría de Restricciones (TOC), que se traduce en una metodología robusta, que su creador el Dr. Eliyahu Goldratt, físico israelí, la puso en práctica por primera vez cuando StatOil la petrolera noruega le pidió ayuda para mejorar la producción, desplazamiento y puesta en marcha de las plataformas de explotación submarina de petróleo. A partir de aquí posteriormente esta metodología fue refinada con los proyectos en empresas de Aeroespacio y Aviación de Israel. Desde entonces su efectividad y robustez ya ha sido demostrada en todo el mundo, incluyendo nuestra región, y el primer mundo. La metodología no parece tener límites de aplicación. Sectores como R&D en la industria farmacéutica, el desarrollo y construcción de vehículos de propulsión para transporte satelital al espacio, proyectos de infraestructura de gran envergadura, desarrollo inmobiliario y viviendas, reparación y reacondicionamiento de aeronaves, buques, submarinos, plantas refinadoras, cementeras, acero y muchas otras más.

Principios

Encontraremos que los procesos y principios de Teoría de Restricciones (TOC) se aplican a la etapa de planeación, donde las piezas fundamentales están en el nombre de la aplicación – Cadena Crítica. Esta lógica no sólo considera lo que ya conocemos como el camino crítico sino también lo que denominamos la contención de recursos, ya que se estima que la capacidad de ejecución es finita, y por lo tanto debemos tomarla en cuenta cuando se definen las secuencias de las tareas, y la relación entre la capacidad y demanda a la hora de programar los recursos.

Control de WIP: La derivada más importante es que se requiere controlar el nivel de tareas abiertas – que llamamos WIP (Work in Process) según la capacidad de los recursos. Eso nos permite reducir y limitar las multitareas nocivas. Una de las causas primarias de los atrasos y sobrecostos.

Otro aspecto en extremo relevante es el Full KIT – (KIT COMPLETO) o las preparaciones completas que se requieren antes de empezar el proyecto, o determinadas tareas, como contratos, permisos, compras, planos, diseños, proveedores, materiales, etc. Es muy frecuente que estas se realicen cuando la implementación ya está ejecutándose y no es raro que los cumplimientos no sean los prometidos y se produzcan demoras y sobrecostos.

Amortiguadores – protección: Otro de los cambios introducidos y de los más efectivos de Cadena Crítica es el entendimiento de cómo opera la protección para el cumplimiento de las tareas y el proyecto. Goldratt generó un mecanismo que logra el objetivo fundamental que es proteger la fecha de entrega prometida del proyecto como un todo. Y adicionalmente provee al sistema de gestión de la ejecución con un mecanismo que anticipa los atrasos, identificando la fuente en forma oportuna y llevando a los gerentes a enfocarse donde realmente se necesita. Lo que denominamos el gráfico de fiebre.



El grafico de fiebre opera a través del reporte y control de la velocidad de avance sobre la cadena crítica vs. la velocidad de consumo del amortiguador del proyecto. Ese estado con un semáforo simple genera las alertas y acciones, que mantengan el progreso.

Y luego el control diario de la ejecución tiene otros elementos o 4 pilares que pueden ayudar a lograr una mayor cantidad de “días ideales” que lo que hacemos hoy:

1. **Presentación o logística:** esto no es nuevo para el mundo de la construcción. Pero, luego de que se logra el Full Kit, se debe planificar día a día y sigue siendo un requisito presentar el material en el lugar y momento indicado, de manera que se haga el trabajo. Planificar esto puede ser importante a veces, pues los recursos utilizados para estas actividades pueden ser recursos de capacidad restringida (cuellos de botella), como las grúas o los espacios.

2. **Atención gerencial:** dada la cantidad de personas y grupos involucrados, hay muchas actividades de coordinación en una construcción. Usualmente, la atención gerencial que se enfoca en dicha coordinación y que tiene que manejar todas las incertidumbres del día a día, es la mayor restricción. Si esta restricción está en multitarea dañina, se manifestará a través de las tareas incompletas o pendientes, resultando en más retrabajo. Tomemos de ejemplo el número de Full Kits que deben ser ejecutados simultáneamente. Si los gerentes de Full Kit no pueden sostener la ejecución del número de tareas abiertas, significa que la cantidad de Trabajo en Proceso (WIP) es muy alta. Esto conducirá a Full Kits viéndose comprometidos lo que nos alejará inevitablemente de ese “día ideal”. Una forma de mantener el WIP bajo control es limitar el WIP de Full Kits abiertos para un gerente de Full Kit y desterrar a la curva de inversión como mecanismo de control de avance de los proyectos. Este control de WIP puede ser planeado proactivamente y reflejado en los planes de nivel 2, sobre todo integrando, bajo el paraguas de TOC, a CCPM con Lean Construction, y en particular con el Last Planner System.

3. **Alineación con los proveedores y subcontratistas:** construir involucra un gran número de proveedores y de subcontratistas. En ausencia de un “día ideal” en la obra, ellos tienden a distribuir sus recursos a través de varios proyectos favoreciendo, como profecías autocumplidas, la proliferación de “días no ideales” a fin de “no perder” dinero. El quid de la cuestión es que con la forma tradicional de gestionar en el mundo del costo TODOS PIERDEN: comitentes, contratistas, subcontratistas, proveedores y clientes finales. El Full Kit y la logística adecuada son las soluciones más beneficiosas para los proveedores y los subcontratistas. Escoger los mejores 3 ó 4 proveedores y subcontratistas, integrar cadenas de valor y alinearlos contractualmente es un gran paso para acercarse a conseguir un “día ideal”. La alineación contractual puede significar distintas cosas, dependiendo de la situación. Por ejemplo, pagar los anticipos y certificados a tiempo, poner dinero donde está nuestra boca; en otras palabras, compensar a los subcontratistas en caso de que el frente de trabajo no haya sido provisto, incluso después de contar con el Full Kit.

La solución puede parecer muy simple, dada la compleja naturaleza del problema, pero es la manera más simple para acercarse a un mayor número de “días ideales”. A pesar de que la solución se ve sencilla, implementar estos principios puede significar hacer cambios de política.

Por vez primera en América Latina estaremos ofreciendo y conduciendo el

PROGRAMA CERTIFICACION GERENCIA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION TOC – CCPM

(TOCPM) para todos los profesionales del sector de la construcción e infraestructura, ingenieros, arquitectos, gerentes de obra, gerentes de proyectos.



Resultados

A lo largo del Programa veremos casos de éxito relevantes: Ministerio de Infraestructura de Japón (MLIT), Boeing, Mazda, Larsen y Toubro, Ministerio de Desarrollo Urbano y Transporte de la Ciudad de Buenos Aires (actual Secretaría de Transporte y Obras Públicas), Autopistas Urbanas S.A. AUSA del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires con las obras del Metrobús Carril Central Au. 25 de Mayo, Colector San Fernando – Tigre de Aguas y Saneamiento Argentinos AySA, Proyectos de Minería de VALE, Proyectos Inmobiliarios Obrasd’E (Colombia), Proyectos Inmobiliarios en Brasil, Dirección de Infraestructura del estado de Utah, Empresas de Ingeniería, Construcción y Desarrollo Inmobiliario de India, China, USA y otros.

A modo de ejemplo, la aplicación de TOC y CCPM logró que dos de los pabellones para la obra de los Juegos Olímpicos de la Juventud Buenos Aires 2018 se terminasen con tres meses de anticipación, tres

de ellos con dos meses de antelación, y el más complejo de todos, el de la pileta con más de 500 pilotes hincados a 30 metros de profundidad, lo hiciese un mes antes.

Cadena Crítica
PROYECTOS

A Tiempo 95%+ ↑
20-50% Capacidad ↓
Duración 30+ ↓

Fuente: The World of Theory of Constraints, Vicky Mabin & Steven Balderstone, St. Lucie Press.

Autores

Dr. Javier Arévalo Jiménez: Grupo Goldratt – Partner y Director América Latina – Docente en Programas de MBA y Gerencia de Proyectos.

Ing. Matías Birrell Rodriguez: Grupo Goldratt – Director Técnico América Latina - Docente en Programas de MBA y Gerencia de Proyectos

Ing. Martin Repetto Alcorta: Gerente de Ingeniería Subsecretaría de Obras Secretaría de Transporte y Obras Públicas GCBA. Docente Programas de Gerencia de la Construcción

Ing. Marcelo Defiori: Director del Programa Ejecutivo de Gestión de Proyectos de Construcción (Cámara Argentina de la Construcción) Director y Profesor de los Programas Experto Universitario en Gestión de Proyectos de Cadena Crítica y Gestión de Costos

Los smartphones y los laboratorios de física a distancia



Imagen: Pexels.com



Autor:
Martín Monteiro
Coordinador del Laboratorio de Física, Facultad de Ingeniería, Universidad ORT Uruguay.

La aparición y el rápido desarrollo de los smartphones cambió nuestro mundo en muchos aspectos. Esta revolución tecnológica impactó también en la educación y particularmente en los laboratorios de física, donde diversos experimentos se pueden realizar gracias a los sensores incorporados en estos dispositivos.

En la última década se han publicado decenas de artículos [1] con propuestas para utilizar los smartphones para una gran variedad de experimentos de mecánica, oscilaciones, acústica, óptica, electromagnetismo, etc., que no solo se pueden realizar en el aula, sino también en casa, incluso al aire libre o durante un viaje, favoreciendo la autonomía de los estudiantes, evitando la dependencia de instrumentos frágiles o supliendo situaciones en las que no hay otros instrumentos disponibles.

Desde el laboratorio de física de ORT nos sumarnos tempranamente a esta tendencia mundial y desde hace casi una década venimos trabajando en desarrollar actividades experimentales de física mediante los sensores de los smartphones (junto a colegas de las facultades de ciencias y de ingeniería de la UdelaR [1]), publicando artículos en revistas arbitradas, presentando trabajos en congresos internacionales y ofreciendo workshops para docentes en Uruguay y en otros países. En nuestro sitio smarterphysics [1] se encuentran la gran mayoría de estos trabajos, así como una selección de los trabajos de mayor impacto de nuestros colegas de otras partes del mundo.

Los smartphones también han sido de gran utilidad para la enseñanza de la física durante la pandemia. Cuando el Covid-19 irrumpió en el primer semestre del año 2020, alterando nuestras vidas y en particular las actividades académicas y docentes, la experiencia en el trabajo con los smartphones resultó de mucha utilidad para sostener las actividades experimentales de los cursos de física en las carreras de la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay.

Sensores y apps

Un sensor digital es un dispositivo capaz de generar una salida numérica a partir de cierta magnitud física de su entorno. La inclusión de sensores en una computadora de bolsillo, como lo es el smartphone, la convierte en un potencial instrumento científico. Sin embargo, esta no ha sido la intensión original de los fabricantes. El primer iPhone tenía solamente tres sensores (aparte del micrófono y la cámara), con el propósito de mejorar la interactividad y la experiencia del usuario: un acelerómetro para rotar las fotografías, un sensor de luz ambiente para regular el brillo de la pantalla y un sensor de proximidad para inhabilitar la pantalla. Desde entonces se han incorporado nuevos sensores, y más allá de su propósito original, estos tienen calidad suficiente para ser empleados con fines científicos. Si bien cada hardware es diferente, los sensores más típicos son los siguientes:

Cámara: se puede utilizar para realizar análisis cinemático, así como análisis de espectros de luz.
Micrófono: útil en acústica, para analizar diferentes características del sonido.
Acelerómetro: mide aceleración en tres ejes.
Giroscopio: mide velocidad angular en tres ejes.
Magnetómetro: mide campo magnético en tres ejes.
Sensor de luz ambiente (fotómetro): mide irradiancia óptica.
Barómetro: mide presión atmosférica (puede medir presión bajo el agua si es sumergible).
Orientación: pseudosensor o sensor compuesto que permite medir los ángulos del teléfono con respecto al laboratorio (esta información se genera a partir de los datos combinados del acelerómetro, el giroscopio y el magnetómetro).

Para que estos sensores puedan ser aprovechados como instrumentos científicos y transformar al smartphone efectivamente en un laboratorio portátil, se necesita alguna app que sea capaz de acceder a la información de los sensores. Como apps de propósito general para acceder a los sensores se destacan tres que son muy sencillas de utilizar, gratuitas, y con

leves diferencias en sus prestaciones: Androsensor, Physics Toolbox Suite y PhyPhox (ver fig. 1).



Fig.1: Algunas de las apps de propósito general para realizar física con smartphones: Androsensor, Physics Toolbox Suite y PhyPhox.

Hay dos modos básicos de utilizar el smartphone como instrumento de medida. El primero y más elemental consiste en leer los valores de los sensores directamente en la pantalla del dispositivo. El segundo consiste en utilizar el smartphone como un data logger, esto es, como un grabador de datos. En esta modalidad la app se encarga de registrar los valores de los sensores y guardarlos en una tabla de datos. Concluido el experimento esos datos pueden ser exportados a una computadora para ser analizados mediante alguna herramienta apropiada de tratamiento de datos, como, por ejemplo, Matlab, Scilab, Origin, Excel, etc. Por supuesto que las medidas no tienen por qué limitarse a un único sensor. Por el contrario, resulta una característica notable la capacidad de medir con varios sensores simultáneamente, lo cual amplía considerablemente el espectro de experimentos que se pueden diseñar.

Física fuera del aula. El laboratorio a distancia

La experiencia adquirida durante años trabajando con los sensores de los smartphones para hacer física dentro y fuera del laboratorio, nos encontró relativamente bien preparados ante la irrupción de la pandemia y la suspensión de la presencialidad. El pasaje de las clases teóricas a la virtualidad significó un desafío importante en todas las áreas de la educación, pero comprometió seriamente las actividades experimentales, algunas de las cuales debieron suspenderse y otras más esenciales debieron realizarse (cuando se pudo) en modo de emergencia, con protocolos especiales. Una excepción importante se dio en los cursos experimentales de física que dictamos en la ORT, en donde varias tecnologías habilitaron el dictado de los laboratorios, aun cuando fuera con obligadas modificaciones con respecto a las actividades tradicionales. Una de estas tecnologías relevantes para sostener los laboratorios a distancia fue, por supuesto, el smartphone, gracias a sus capacidades computacionales y a los sensores incorporados. Por supuesto que nuestra institución no fue la excepción. En la UdelaR también se utilizaron los smartphones en varios cursos por iniciativa de varios colegas y especialmente por el trabajo pionero de investigadores como Arturo Martí, Cecilia Cabeza y Cecilia Stari, que han promovido el uso de los smartphones como laboratorios portátiles dentro y fuera de sus facultades, y con quienes además mantenemos una estrecha colaboración desde hace casi una década.

El lector interesado en conocer las diversas estrategias de laboratorios a distancia, adoptados ante la pandemia, en diferentes instituciones terciarias, podrá informarse a través de las experiencias compartidas en la "Jornada virtual sobre Laboratorios a Distancia", que organizamos en setiembre del 2020, desde la comisión de enseñanza de la Sociedad Uruguaya de Física [2].

Existen diferentes modalidades de laboratorios a distancia, según su naturaleza: con datos reales o con datos simulados; y según el tipo de acceso: local (manipulación directa) o remoto (ver fig. 2). Así podemos encontrar laboratorios simulados, laboratorios basados en datos reales previamente registrados, laboratorios basados en videos (laboratorios remotos asíncronos), laboratorios remotos (sincrónicos), laboratorios en casa, con elementos propios o enviados por la institución ("delivered labs"), etc.



Fig.2: Clasificación de los laboratorios a distancia según su naturaleza y el modo de acceso. Los smartphones se presentan como valiosas herramientas en los laboratorios locales (domésticos) basados en datos reales.

Cada modalidad presenta sus ventajas y desventajas, pero una dimensión fundamental refiere a las competencias y habilidades que se espera desarrollar en un curso de física experimental. Una de las modalidades con más fortalezas en este sentido es el laborato-

rio local con datos reales, (en este caso el laboratorio en casa), por lo que exige en cuanto al diseño y realización de un montaje experimental, así como también por el manejo directo de instrumentos de medida. En este aspecto es donde los smartphones se destacan como herramientas novedosas, fácilmente disponibles y sumamente versátiles para realizar una gran variedad de experimentos.

A modo de ejemplo se describen a continuación tres experimentos, que, si bien fueron desarrollados con anterioridad a la pandemia, sirvieron de base, junto con muchos otros, para varios de nuestros cursos de física.

LUZ Y DISTANCIA

Este es un ejemplo en el que se trabaja con una magnitud escalar y las medidas se leen directamente en la pantalla del smartphone.

La irradiancia es la energía electromagnética por unidad tiempo y por unidad de superficie incidente sobre una superficie. Para el caso de una fuente puntual se cumple que la irradiancia (I), disminuye según el inverso del cuadrado de la distancia (r), es decir:

$$I=kr^{-2} \quad \text{(Ec. 1)}$$

donde k es una constante que depende de la potencia de la fuente luminosa.

Para analizar experimentalmente esta relación se utiliza una fuente de luz puntual, que típicamente puede ser el LED de una linterna (o el flash de un smartphone). Como fotómetro se utiliza un smartphone con sensor de luz ambiente y alguna de las apps mencionadas anteriormente (fig. 1). Además, se necesita una regla para medir la distancia entre la fuente de luz y el fotómetro. Es importante previamente ubicar la posición del sensor de luz, que típicamente está al lado de la cámara frontal. Se realizan varias medidas de irradiancia para diferentes distancias y finalmente se analizan los datos. En la figura 3 se puede apreciar una actividad prepandemia en el laboratorio de ORT, y una gráfica log-log donde la pendiente es el exponente de la ecuación 1.

Un detalle técnico es que el teléfono mide iluminancia en lux (que tiene que ver con la energía en el espectro visible), pero en este contexto se puede demostrar que esta magnitud es proporcional a la irradiancia).

Estas medidas se realizan generalmente con dispositivos Android. En el caso de los iPhone el acceso al sensor de luz ambiente está bloqueado por el fabricante, por lo que en este caso se recomienda utilizar alguna app como Lux Light Meter Pro (free), que utiliza la cámara del teléfono como fotómetro.

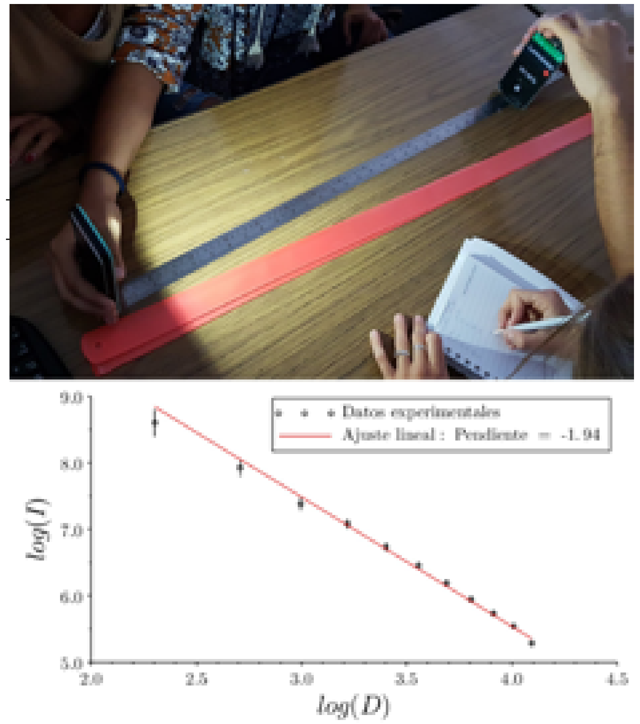


Fig.3: Un grupo realiza medidas de irradiancia óptica y distancia usando dos smartphones y una regla. La gráfica muestra el logaritmo de la irradiancia (adimensionada) en función del logaritmo de la distancia (adimensionada). La pendiente de la recta de mejor ajuste se aproxima al valor esperado del exponente de la ecuación 1.

RESONANCIA ACÚSTICA

Este es un ejemplo de la enorme capacidad de los smartphones como instrumentos de medida, no solo por los sensores incorporados, sino también por la gran potencia de sus procesadores que permiten, entre otras cosas, calcular la Transformada Discreta de Fourier en tiempo real para determinar el espectro del sonido que llega al micrófono del teléfono. Este recurso es especialmente útil en experimentos de acústica. Aquí presentamos un ejemplo.

La resonancia ocurre en muchos sistemas físicos y en acústica es la base de los instrumentos musicales. Un sencillo experimento casero sobre resonancia se puede realizar utilizando el tubo telescópico de una aspiradora. Una forma de producir sonido sin soplar consiste en golpear un extremo del tubo con la palma de la mano abierta. Esta maniobra produce una breve

perturbación en la columna de aire dentro del tubo, produciendo un sonido en el que por un instante dominan ciertos modos de resonancia. Las frecuencias de estos modos de resonancia se pueden medir con las herramientas analizador de especto, o espectro de audio, que están incluidas en las apps ya mencionadas, Physics Toolbox y PhyPhox. También hay otras apps especializadas que pueden resultar interesantes para este tipo de medidas, como pude ser Advanced Spectrum Analyzer (fig. 4). El experimento consiste en medir la frecuencia fundamental de resonancia para diferentes longitudes del tubo. Para realizar la medida conviene pausar la app y así poder anotar el valor de la frecuencia del pico principal del espectro, tal como se muestra en la figura 4.

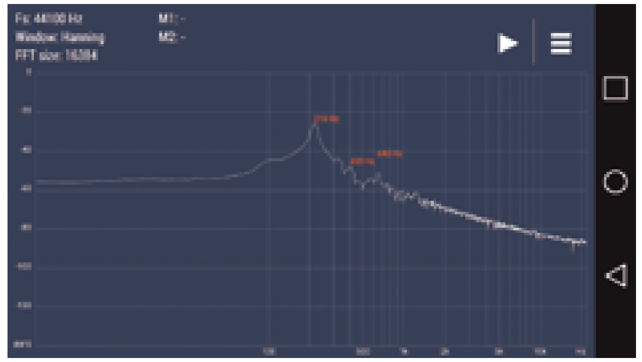


Fig. 4: Pantalla de la app Advanced Spectrum Analyzer Pro, mostrando la medida de una de las frecuencias de resonancia del experimento propuesto.

A partir de la tabla de datos experimentales se puede realizar una gráfica de la frecuencia en función del inverso de la longitud del tubo. La pendiente de la recta de mejor ajuste debería ser igual a la mitad de la velocidad del sonido. En la figura 5 se muestran el tubo telescópico (cuya longitud se cambió en saltos de 2 cm) y el smartphone con la app Advanced Spectrum Analyzer. Abajo de la misma figura se muestra la gráfica y el valor de la velocidad del sonido obtenido a partir de la pendiente.

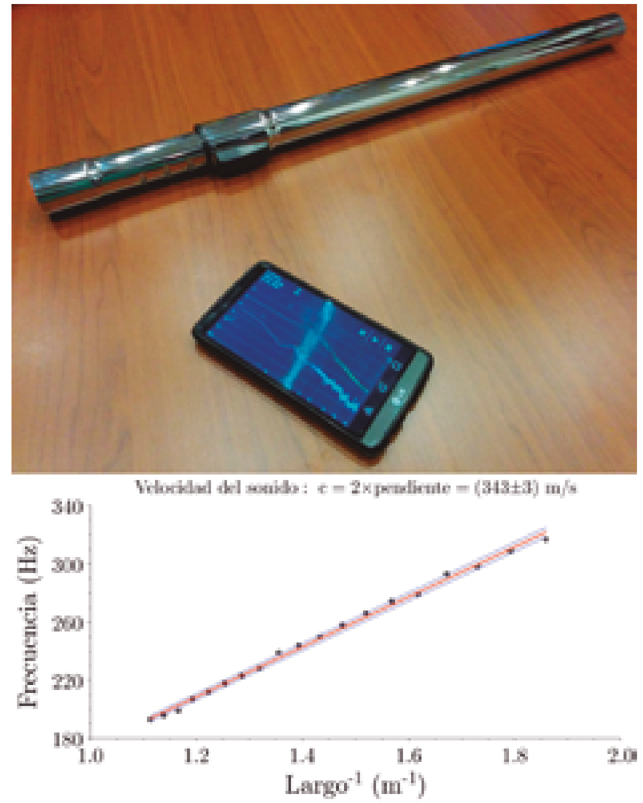


Fig. 5: Tubo telescópico de una aspiradora utilizado para generar resonancias, junto con el smartphone con el que se realizaron las medidas de las frecuencias de resonancia. Abajo se grafica la frecuencia en función del inverso de la longitud del tubo. La velocidad del sonido es el doble de la pendiente de la recta de mejor ajuste: 343(3) m/s.

ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS. ÓPTICA. POLARIZACIÓN.

Este es un ejemplo de uso del smartphone como data logger, y del registro simultáneo de dos sensores.

En este experimento se utiliza la pantalla plana de una computadora en máximo brillo, como fuente de luz linealmente polarizada. Como instrumento de medida se utilizan dos sensores de un smartphone: el pseudosensor de orientación, y el sensor de luz ambiente cubierto con una pequeña lámina polarizadora (que se puede conseguir de algún viejo display de cuarzo en desuso).

En condiciones ideales, cuando incide luz linealmente polarizada sobre un polarizador, el campo eléctrico que emerge tiene únicamente la componente del campo eléctrico en la dirección del eje del polarizador. Por otra parte, como la irradiancia es proporcional al cuadrado del campo eléctrico, resulta entonces que la irradiancia de la luz que emerge del polarizador cumple con la siguiente relación, que se

conoce como ley de Malus,

$$I=I_0 \cos^2 \theta \quad \text{(Ec. 2)}$$

donde I_0 es la irradiancia incidente en el polarizador, I es la irradiancia que llega al sensor y θ es el ángulo que forma el eje del polarizador con la dirección de polarización de la luz incidente.

Para realizar el experimento se inicia alguna de las apps ya mencionadas (fig. 1) y se la configura para medir luz ambiente y orientación. Se coloca la pantalla del smartphone en contacto con la pantalla del monitor (en máximo brillo en blanco) y se gira lentamente el smartphone (ver fig. 6), en un recorrido de 90°, desde la posición vertical hasta la posición horizontal. Los datos grabados por la app se exportan como una tabla .csv, a partir de la cual se puede realizar el gráfico que se muestra en la figura 6, que concuerdan muy bien con la ecuación 2.

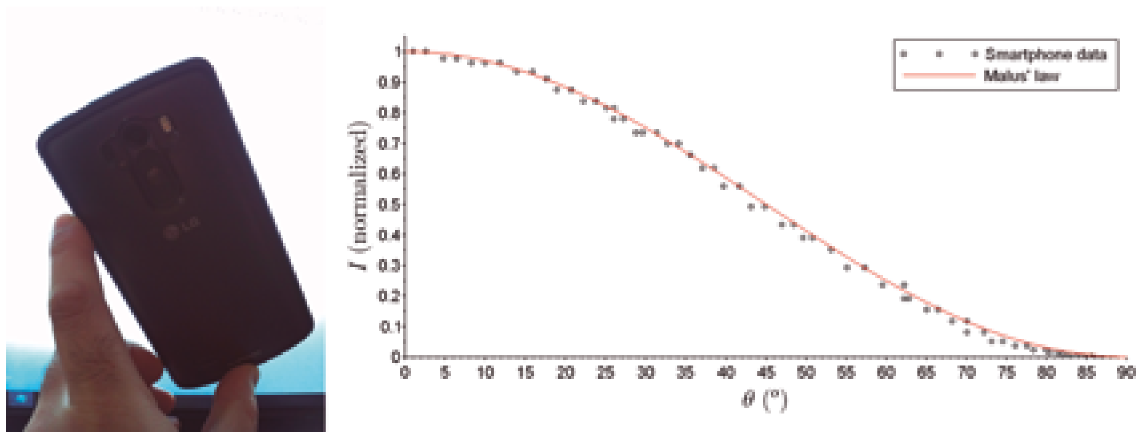


Fig.6: La foto de la izquierda muestra el smartphone con su pantalla apoyada sobre la pantalla de un monitor (como fuente de luz polarizada), mientras es rotado para adquirir las medidas de irradiancia y ángulo. La gráfica muestra la relación entre la irradiancia y el ángulo, que concuerda con la ley de Malus.

Referencias

1. Referencias a nuestros trabajos y a los de otros colegas sobre física con smartphones: www.smarterphysics.blogspot.com

2. Jornada virtual sobre Laboratorios a Distancia. Organizada por la Sociedad Uruguaya de Física. Septiembre de 2020. https://s-u-f.blogspot.com/2020/09/jornada-sobre-laboratorios-de-fisica.htm





Sika Carbodur® S

Láminas de fibra de carbono para reforzamiento estructural externo a flexión o cortante.

VENTAJAS

Muy elevada resistencia a la tracción (min. 24.000 kg/cm²).

- No se corroen.
- Para reforzamientos con grandes exigencias estéticas.
- Rápida puesta en servicio.
- Versatilidad de aplicación.
- Facilidad de aplicación.

SikaWrap® C

Tejidos de fibra de carbono para reforzamiento estructural a flexión, cortante y confinamiento del hormigón

VENTAJAS

Muy elevada resistencia de la fibra a la tracción (min. 39.000 kg/cm²).

- No se corroen.
- Adaptables a la forma geométrica de la pieza a reforzar.
- Rápida puesta en servicio.
- Facilidad y versatilidad de aplicación.

SIKA URUGUAY S.A.
Tel: 2220 2227*
www.sika.com.uy

CONSTRUYENDO CONFIANZA